PROJECTO DAS OBRAS DE MELHORIA DAS CONDIÇÕES DE ABRIGO E EXPANSÃO DA MARINA DA POVOA DE VARZIM

João Miguel Barros

Projecto para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Civil

Júri

Presidente: Prof. António Jorge Silva Guerreiro Monteiro

Orientador: Prof. António Alexandre Trigo Teixeira

Vogais: Eng. António Joaquim Sanches de Figueiredo do Valle

Julho de 2012

Resumo

A Marina da Povoa de Varzim, situada no terrapleno sul deste porto, encontra-se em operação desde 1998. A sua capacidade operacional encontra-se limitada devido à penetração de agitação excessiva na bacia portuária, principalmente com agitação proveniente de rumos entre W e SW. A marina, com capacidade de amarração prevista de 241 embarcações em água e quantidade similar em terra, encontra-se com aproximadamente metade deste número em água e próxima da totalidade em terra, devido a dificuldades com três dos seis pontões flutuantes. Esta limitação contrasta com o aumento da procura da marina, especialmente nas Classe IV, V e VI (10 - 18 m), onde a marina tem maiores problemas pela sua colocação nos pontões mais expostos.

Este projecto tem por objectivo principal a melhoria das condições de abrigo através da criação de bacia própria para a Marina da Povoa, conseguida com a construção de uma obra de abrigo no interior do porto. Junta-se a este o objectivo de expansão da marina dentro desta para que possa atender ao aumento de procura registado.

A solução projectada permite a expansão da capacidade operacional da marina para 505 postos de amarração, implicando a dragagem dos fundos da bacia e de um novo canal de acesso à marina no extradorso da obra de abrigo interna, a criação de um novo terrapleno no intradorso do molhe sul do Porto da Povoa de Varzim, a demolição parcial do terrapleno actual e a criação de dois grupos de novas estruturas flutuantes de amarração ligados aos dois terraplenos.

Palavras-Chave:

Marina; Layout; Quebra-Mar; Retenção Marginal; Estaca Metálica; Plano de Dragagens;

Abstract

The Povoa de Varzim Marina, located on the southern embankment of said harbor, began operating in 1998. Since it opened, the operational capability has experienced severe performance restraints due to the penetration of excessive wave agitation, particularly from incident waves that proceed from W – SW. The marina, designed to allow the mooring of 241 vessels on its waterfront and similar amount on land, registers today about half that value in mooring vessels on water and almost full capability on land, due to safety issues on half of the floating pontoons. This limitation contrasts with the increased demand registered, especially in the Class IV, V and VI segments (10 - 18m), precisely those that the marina has a bigger challenge accommodating.

The primary goal of this project is to improve the sheltering condition of the marina by creating a smaller harbor basin for it within the harbor, which is achieved with the construction of an internal breakwater. The second goal to this project is to expand the mooring capability of the marina within the new basin to be able to respond to the demand.

The proposed solution allows an increase up to 505 mooring berths, involving the dredging of the marina basin and of an access channel on the outside of the internal breakwater, the creation of a new embankment on the inside of the south pier, the partial excavation of the existing embankment and the creation of two mooring areas connected to these embankments that feature floating pontoons structures.

Keywords:

Marina; Layout; Breakwater; Seawall; Steel Pile; Dredging Plan;

Agradecimentos

A finalização deste projecto representa o culminar de um longo processo de aprendizagem a nível superior e a habilitação para desempenhar a profissão que escolhi, reflectindo em último caso todo o conhecimento e valências que adquiri ao longo do caminho e pelos quais estou agradecido. O seu cariz prático originou a necessidade de me envolver com a realidade do desempenho da profissão e com profissionais ligados directa e indirectamente a esta. Estou genuinamente agradecido pela oportunidade que tive e gostaria de agradecer a várias pessoas cujo contributo se revelou imprescindível para a conclusão deste projecto.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao Professor António Trigo Teixeira, orientador deste projecto, pela oportunidade que me deu de compreender aquilo que é a realidade de ser engenheiro civil, em particular ser projectista na área da engenharia costeira e portuária. Agradeço-lhe os conhecimentos teóricos e práticos que me transmitiu, a disponibilidade, paciência e amabilidade que teve comigo ao longo do projecto e a exigência com que pautou o desempenhar de cada tarefa envolvida.

Gostaria de agradecer às entidades regionais que necessitei de contactar durante o processo de realização do projecto. Ao Clube Naval Povoense, entidade concessionária da Marina da Povoa de Varzim e representada pelo seu presidente, Sr. Paulo Neves, pela amabilidade com que me receberam nas suas instalações e prestabilidade para definir os objectivos que este projecto deveria cumprir. Aos serviços técnicos da Camara Municipal da Povoa de Varzim, pela disponibilidade e atenção que me foi prestada no processo de recolha de informação relativa ao projecto original da marina e de todos os documentos que a este estavam anexos.

No desenvolvimento da componente técnica do projecto, deixo os meus agradecimentos à empresa PROMAN, gabinete de estudos de engenharia civil, representada na pessoa do Eng. Ricardo Carvalho, que me proporcionou a consulta de documentos técnicos internos imprescindíveis para a conclusão do projecto.

Numa nota de cariz pessoal, gostaria de agradecer a aqueles que, não estando envolvidos directamente no projecto, estiveram comigo no longo caminho até à sua conclusão. À minha família e amigos, pelo apoio, compreensão, paciência, carinho e entusiasmo que me foram dando num percurso com altos e baixos, com períodos de grande tensão e desânimo, mas que consegui percorrer.

Por fim, gostava de dedicar este projecto à minha avó por ser o maior exemplo de tenacidade, coragem e força de vontade que tenho.

Índice

ANEXO:

CADERNO DE ESPECIFICAÇÔES TECNICAS

Índice de tabelas

Índice de gráficos

Índice de figuras

1 Introdução

1.1 Apresentação do contexto de inserção do projecto

A presente memória tem por objectivo a descrição e justificação das opções tomadas no âmbito da concepção e dimensionamento das obras de melhoria das condições de abrigo e navegação na parte sul da bacia portuária do porto da Povoa de Varzim, onde se localiza a Marina da Povoa de Varzim, bem como das obras de expansão desta para a área no intradorso do molhe sul do porto e para a área norte do terrapleno da marina.

A Marina da Povoa de Varzim, cuja exploração está concessionada ao Clube Naval Povoense, entrou em funcionamento em 1998 e foi projectada com capacidade para abrigar 240 embarcações em água, amarradas a estruturas flutuantes, e sensivelmente o mesmo número no terrapleno da marina, estacionadas em suportes atreláveis e colocáveis na água através de pórtico mecânico, o que permitiria o abrigo de aproximadamente 450 a 500 embarcações (HP, 1991).

No momento presente, a capacidade de amarração em água está reduzida a cerca de metade, sobretudo no inverno, devido à verificação da propagação de agitação excessiva para o interior da bacia portuária aquando de condições de temporal ao largo, principalmente com agitação proveniente de rumos entre W e SW, afectando com maior gravidade o conjunto de estruturas flutuantes de amarração mais próximo da barra do porto. As condições naturais adversas têm um impacto acrescido no caso deste conjunto de passadiços por ser neste que amarram as embarcações de maiores dimensões – 12 a 18 m de comprimento de fora-a-fora – o que implica maior risco de instabilidade e de danos acrescidos quer para as estruturas como para as embarcações. A necessidade de acomodar este tipo de embarcações em terra para cumprir os compromissos já assumidos tem como consequência directa a diminuição acelerada do espaço disponível no terrapleno, visto este ter sido projectado para embarcações de dimensões mais modestas. Uma questão adicional prende-se com a utilização da parte norte do terrapleno da marina como suporte para um pequeno estaleiro naval dedicado à reparação de embarcações de pesca e recreio, que regista actividade residual hoje em dia e se tornou num entrave ao desenvolvimento da marina em vez de um motivo de valorização.

Ao mesmo tempo que se debate com este problema de disponibilidade para responder à procura local, a Marina da Povoa de Varzim encontra-se inserida numa região onde o interesse na náutica de recreio se encontra em crescimento ao mesmo tempo que a oferta de postos de amarração é limitada. Acresce a este interesse a posição geografia privilegiada face aos movimentos sazonais de embarcações de recreio entre o Norte da Europa e o Mediterrâneo, particularmente ao nível de embarcações de maiores dimensões, podendo a Marina da Povoa de Varzim capitalizar num primeiro plano como ponto de amarração temporária de reabastecimento ou, numa escala maior, como estando envolvida numa região de atracção

turística com vasta exposição. A conjugação destes factores torna atrativo não apenas criar condições de tranquilidade que permitam a utilização da capacidade total da marina como ainda de expandir a capacidade de amarração em água na sua zona envolvente.

Este projecto insere-se no seguimento da dissertação de mestrado *"Melhoria das condições de abrigo na marina da Povoa de Varzim. Estudos em modelo matemático"* (Pipa, 2008) e do estudo prévio *"Marina da Povoa de Varzim – Obras de Expansão e Melhoria das Condições de Abrigo"* (CEHIDRO, 2009), seguindo rigorosamente as conclusões que geraram e estabelecendo todos os cálculos de dimensionamento das estruturas com base nos resultados fornecidos pelas simulações corridas. Ambas se centram no estudo das condições de agitação ao largo da Povoa de Varzim e da sua propagação para o interior da bacia portuária, recorrendo a modelos matemáticos para estimar a altura da ondulação incidente sobre as estruturas flutuantes, com o objectivo de determinar qual a solução que oferece maior tranquilidade com o menor investimento necessário.

Os resultados obtidos nas duas monografias referidas levaram à recomendação de uma solução de abrigo no interior da bacia portuária, que se alinhe de forma aproximadamente perpendicular face ao último terço do molhe sul, a qual poderá numa primeira fase ser destacada e evoluir mais tarde para se enraizar num terrapleno a construir no intradorso do molhe sul ou ser una a este desde o início. Seguindo o mesmo princípio, assume-se que a área disponível na área norte do terrapleno da marina é aquela que foi delimitada no estudo prévio referido, sendo o desenvolvimento do projecto limitado por estas fronteiras.

Perante este quadro, assume-se como objectivo norteador para este projecto o de, numa primeira fase, procurar uma solução que permita rentabilizar ao máximo o investimento já realizado através da construção da já referida obra de abrigo. Numa segunda fase, pretende-se expandir a marina de forma a tornar possível o pleno aproveitamento da nova bacia da marina, criada pela nova obra de abrigo dentro das fronteiras já assumidas, para que desta se possa retirar o maior rendimento possível.

1.2 Estruturação e metodologia adoptada

A concepção das soluções adoptadas para cada uma das componentes do projecto obedece a uma lógica de elaboração de diversas hipóteses, estabelecidas com base em critérios de dimensionamento estipulados por lei ou em normas indicativas sob as quais exista maior consenso dentro da comunidade de especialistas, submetendo-se estas a uma análise comparativa de forma a determinar a solução mais satisfatória.

O projecto está dividido em duas partes complementares:

- Memória descritiva e justificativa, composta por 9 capítulos e à qual está anexo o Caderno de Especificações Técnicas, incluindo ainda referências bibliográficas;
- Conjunto de peças desenhadas, composto por 10 folhas em formato A0 e duas em formato A2.

O primeiro capítulo desta memória dedica-se à definição do propósito deste projecto, dos problemas que pretende resolver e de como se encontra estruturado. No segundo capítulo procede-se ao enquadramento do projecto, incluindo a descrição das estruturas que compõem a marina, bem como à exposição das condições adversas que impossibilitam a operabilidade total da marina. O terceiro capítulo centra-se na definição do novo *layout* da Marina da Povoa, que inclui um estudo estatístico sobre as dimensões das embarcações existentes no mercado à data do início do projecto, a definição da frota a albergar e a apresentação e discussão de sete cenários alternativos para a configuração da marina. Os vários cenários discutidos neste capítulo são apresentados no Desenho 1 e pelo Desenho 2 no conjunto de peças desenhadas.

O quarto capítulo é dedicado à concepção e dimensionamento da obra de abrigo interior, onde se apresentam três alternativas para o perfil transversal tipo do tronco, a solução para o perfil de rotação da cabeça e o dimensionamento de uma passagem hidráulica encastrada no molhe. Os vários cenários discutidos neste capítulo são apresentados no Desenho 3 e pelo Desenho 4 no conjunto de peças desenhadas. O quinto capítulo aborda a concepção e dimensionamento das retenções marginais, discutindo-se as várias hipóteses consideradas, incluindo o perfil de transição entre a obra de abrigo interior e o terrapleno da marina e os maciços de amarração às estruturas flutuantes. As várias hipóteses consideradas são apresentadas no Desenho 5, Desenho 6, Desenho 7 e Desenho 8.

O sexto capítulo é dedicado ao dimensionamento das estruturas flutuantes, centrando-se nos critérios de escolha dos passadiços flutuantes e na escolha e dimensionamento do método de fixação da sua posição em planta. O sétimo capítulo incide sobre o plano de dragagens, delimitando-se neste as áreas de intervenção do plano e estimando-se os volumes dos diferentes tipos de material que serão dragados, apresentando-se os perfis de orientação dos trabalhos no Desenho 9, Desenho 10, Desenho 11 e Desenho 12. O oitavo capítulo corresponde à estimativa orçamental do projecto, onde se apresentam os mapas de quantidades dos diversos materiais aplicados nas várias estruturas dimensionadas ao longo dos capítulos anteriores. O nono capítulo destina-se a uma reflexão final sobre o projecto, discutindo-se as alterações que ocorreram no campo durante a elaboração deste projecto e o conjunto de estudos recomendado para reforçar a aplicabilidade deste projecto.

2 Enquadramento do projecto

2.1 Descrição histórica do porto da Povoa de Varzim

A história da Povoa de Varzim está intimamente ligada à utilização da sua enseada como entreposto comercial e pesqueiro, tendo a vila e posteriormente cidade da Povoa de Varzim se desenvolvido em torno a partir do século XVII. Diversos documentos históricos atestam a fixação de várias populações nesta zona desde a antiguidade com o objectivo de explorar os recursos piscatórios existentes e o abrigo proporcionado pela enseada, razão que leva ao estabelecimento neste local de uma colónia romana dedicada à conserva do peixe em salmoura denominada *“Villa Euracim”* (Biblioteca Poveira, 2008).

A utilização regular da enseada como pequeno porto de abrigo a partir do século XI constitui-se como um dos factores preponderantes à atribuição de carta de foral em 1308 por D. Dinis, que consigna oficialmente o surgimento da vila da Povoa de Varzim (Instituto Camões, 2001). O desenvolvimento progressivo da actividade piscatória nos séculos seguintes, associado à especialização dos pescadores na actividade náutica e na construção naval, torna a Povoa de Varzim no principal mercado de peixe da região norte de Portugal na primeira metade do século XVIII e numa das regiões de maior actividade económica ligada ao mar do país (Fangueiro, Biblioteca Poveira, 2008).

A autorização para primeiras intervenções na enseada data de 21 de Fevereiro de 1791, data em que D. Maria I ordena a construção do paredão do porto da Povoa de Varzim, obra projectada pelo engenheiro militar Reginaldo Oudinot e que começa a ser construída em 1795 (Instituto Camões, 2001). Durante o período de 4 anos que dista estes dois acontecimentos, surge a construção de uma pequena doca de abrigo à entrada do esteiro da vila, originalmente com carácter provisório mas que acaba por perdurar. A construção da obra projectada acaba por se limitar à parte norte da enseada, ficando por fazer o cais na parte sul e sendo assim a obra considerada insuficiente para criar o abrigo pretendido (Biblioteca Poveira, 2008).

Pelo início do século XX, o assoreamento natural da barra do porto, nunca retardado por falta de intervenção humana, teve como consequência que uma grande parte da comunidade piscatória começou a basear a sua actividade a partir do porto de Leixões. Tal situação perdurou até meio da década de 50, quando ficou concluída a construção do porto de pesca da Povoa de Varzim, iniciada em 1939 e que permitiu o regresso da actividade piscatória e de construção naval a esta zona. O porto de pesca ficou localizado na parte norte da enseada, sendo a parte sul ocupada por pequenos estaleiros e oficinas (Biblioteca Poveira, 2008).

O projecto da marina da Povoa de Varzim surge no início da década de 90 e é concluído em 1998. Esta localiza-se na parte sul do porto, instalando-se na já referida área dedicada aos estaleiros, que se encontrava disponível por estes se encontrarem praticamente todos

encerrados. Como contrapartida, foi necessário acomodar o último estaleiro ainda em operação na parte superior do terrapleno da marina (CEHIDRO, 2009).

2.2 Descrição do porto e da marina da Povoa de Varzim

O porto da Povoa de Varzim é abrigado por dois molhes, estando cada um deles enraizado numa das extremas da enseada. O molhe norte surge junto ao esteiro da vila, alinhando-se segundo SSW. O molhe sul surge junto de uma formação rochosa ligada à costa, desenvolvendo-se segundo NNW. A boca da barra do porto encontra-se definida aproximadamente a SSW, o que gera boas condições de abrigo face à agitação vinda dos rumos dominantes de NW. [1]

Figura 1 – Porto da Povoa de Varzim. [4]

Os dois molhes, na sua configuração actual, são caracterizados por terem um perfil transversal tipo composto. Este conjuga um intradorso monolítico de caixotões em betão, que fundam directamente sobre o substrato rochoso e são protegidos pela face interior com enrocamento, com um extradorso em talude que incorpora um núcleo e sub-manto em enrocamento com um manto de protecção. Enquanto no caso do molhe sul o material que constitui o manto de protecção é enrocamento de grande dimensão, no molhe norte foi empregue uma solução composta de blocos maciços de betão, nomeadamente cubos Antifer de 40 toneladas na parte inferior do manto e tretapodos de 30 toneladas na sua parte superior (CEHIDRO, 2009). Apresenta-se uma panorâmica dos molhes na Figura 2.

Figura 2 – Panorâmica da bacia portuária, centrada no terrapleno da marina. [2]

O molhe norte enraíza no terrapleno que serve de base ao porto de pesca, cujo território operacional se estende à totalidade da parte norte da enseada. Este ocupa a área compreendida entre o intradorso do molhe norte, onde se localiza o cais de pesca, e o conjunto de armazéns na proximidade do casino da Povoa. Fixados a partir da zona central do terrapleno estão três longos passadiços com vista à amarração das embarcações de pesca (CEHIDRO, 2009).

A marina da Povoa localiza-se no terrapleno da parte sul da enseada, onde também se enraíza o molhe sul. A marina compartilha o espaço com um estaleiro de dimensões modestas dedicado à reparação de pequenas embarcações de pesca, que inclui uma rampa de varadouro, ocupando este a porção mais a norte do terrapleno. A forma adoptada para o terrapleno sul deriva da sua natureza essencialmente rochosa, moldada por desmonte e dragagem de forma a adaptar-se aos fundos da bacia da marina (CEHIDRO, 2009).

A marina tem uma capacidade máxima de alojamento em água de 241 embarcações, dispondo esta de ponte rolante e rampa própria para colocação das embarcações em água, localizando-se estas na zona onde ocorre o enraizamento do molhe sul com o terrapleno. [1] Adicionalmente, esta zona alberga o edifício do Clube Naval Povoense, entidade concessionária da marina da Povoa. O espelho de água defronte destas estruturas acolhe o conjunto de passadiços 1, 2 e 3, conectados por um passadiço principal que amarra a terra no seu centro através de uma rampa de acesso. Um segundo conjunto de passadiços, designados 4, 5 e 6 e conectados da mesma forma que o anterior, surge mais a norte, sendo estes complementados por um cais de abastecimento de combustível colocado numa posição independente destes.

Figura 3 – Estaleiro naval na parte norte do terrapleno da marina

A estabilidade do terrapleno na totalidade das suas facetas é assegurada por retenções marginais em enrocamento que se estendem desde o contacto com o molhe sul até ao paramento do cais do porto de pesca. A descrição da solução aplicada é feita no subcapítulo 2.4., podendo ser observada parcialmente na Figura 3.

Figura 4 – Panorâmica da marina da Povoa de Varzim

2.3 Principais condicionantes ao desenvolvimento e operação da marina

2.3.1 Abrigo portuário

O abrigo portuário proporcionado pela posição dos molhes é adequado aos rumos dominantes de NW. No entanto, as operações no interior da bacia portuária são afectadas pela agitação proveniente dos rumos a sul do W, favorecida pela configuração da batimetria na barra do porto. Tal leva a que se verifique regularmente a propagação da agitação exterior para o interior da bacia portuária com alturas de onda igual ou superior a 0,3 m, chegando mesmo a registarem-se alturas de onda de 1 m em casos mais severos (CEHIDRO, 2009). A ocorrência repetida de ondulação de tal ordem vai contra recomendações publicadas por PIANC em 1997, onde se estabelece um critério de limitação da agitação máxima em portos de recreio consoante a classe e a posição assumida face à ondulação de cada embarcação e o período das ondas. Estas recomendações foram generalizadas sobre a designação de “critério dos 30 cm” dado o limite máximo absoluto de 30 cm no conjunto total de hipóteses consideradas.

A exposição oceânica do porto da Povoa de Varzim levará naturalmente a que as ondas incidentes percam pouca energia na sua propagação até atingirem os molhes que protegem a bacia portuária. Mesmo no caso de agitação proveniente dos rumos dominantes, supostamente aqueles aos quais existirá maior protecção, o desenvolvimento de fenómenos de refração em torno das extremidades dos molhes leva à entrada de agitação na bacia portuária (Pipa, 2008). A esta condição junta-se o efeito de concentração de energia na entrada do porto por mecanismos de refração, os quais são gerados por uma batimetria exterior que tende encaminhar as ondas em direcção a esta ao invés de as conduzir contra as praias a norte e a sul dos molhes (Pipa, 2008). Detecta-se que esta associação tem particular importância no caso das ondas provenientes do quadrante W-SW, particularmente de W-20ºS, para o qual se geram as condições mais severas no interior da bacia portuária (CEHIDRO, 2008).

A simulação em modelo matemático da propagação da agitação exterior para o interior da bacia portuária, efectuado por Pipa (2008) e referido em CEHIDRO (2009), tem por base um estudo do Instituto Hidrográfico (1994) que estabelece os intervalos para as alturas de onda ao largo do porto de Viana do Castelo, dada a semelhança verificada entre o clima de agitação ao largo deste porto com o que ocorre ao largo da Povoa de Varzim. A Tabela 1 reflecte o tratamento de um largo conjunto de dados através da Lei de Gumbel, tendo estes proveniência no quadrante W-SW, ou seja, nos rumos da agitação que geram maiores problemas na bacia portuária da Povoa de Varzim.

Tabela 1 – Valores máximos das alturas de onda significativa ao largo, H_{m0}, com as respectivas direcções e períodos médios de onda, para Viana do Castelo (Instituto Hidrográfico, 1994)

Período de retorno (anos)	H_{m0} (m)	Θ (°)	T_Z (s)
10	5,0 a 8,4	250 - 260	14 - 20
50	6,5 a 10,5	250 - 260	16 - 20
100	10,2 a 12,9	240 - 250	16 - 20

O estudo desenvolvido deu origem a um conjunto de simulações com diferentes períodos e alturas significativas ao largo para cada uma das hipóteses estipuladas para o aumento do abrigo portuário, dos quais surgiram diversos quadros de resultados. Apresenta-se no capítulo 2.4 desta memoria a hipótese escolhida para garantir a operacionalidade da marina da Povoa, bem como o grupo de resultados considerados mais relevantes para a sua concepção e dimensionamento.

Em adição às dificuldades operacionais geradas pelas condições de agitação marítima descritas anteriormente, a ocorrência de um fenómeno consistente de galgamento no molhe sul, que se verifica mesmo em condições de agitação moderadas no exterior da bacia portuária, aumenta o risco existente sobre a estabilidade e segurança dos passadiços flutuantes e das embarcações. Embora a distância existente entre o molhe sul e as plataformas de amarração evite grandes perturbações à amarração e circulação das embarcações em condições normais de agitação no exterior, esta condição revela-se de séria gravidade aquando da ocorrência de temporais severos.

A resolução dos problemas de galgamento no molhe sul não faz parte do âmbito das competências deste estudo, visto já existir na actualidade um projecto de reperfilamento do molhe sul com a incumbência de permitir criar as condições necessárias à tranquilidade no interior da bacia portuária e a posterior expansão do terrapleno para o intradorso deste.

2.3.2 Condições geológicas

As condições geológicas constituem outro obstáculo relevante ao desenvolvimento da marina. A enseada caracteriza-se por não ter fundos naturais e pertencer a um trecho de costa dominada por afloramentos rochosos cobertos por aluviões arenosas, avistando-se frequentemente em período de maré baixa blocos de rocha acima da linha de água na imediação do molhe sul e da zona a norte do estaleiro (CEHIDRO, 2009).

A zona correspondente à actual bacia da marina da Povoa estende-se desde a área defronte da zona do Clube Naval, onde estão a rampa de varadouro da marina e o pórtico mecânico, até a área junto ao edifício de recepção, terminando assim pouco depois do cais de combustíveis. Em conformidade com a referida dificuldade de criar fundos nesta área e a preocupação

assumida no projecto original de minimizar os custos da obra, a bacia da marina foi segmentada em plataformas com fundos de cota progressivamente mais superficiais à medida que se avança em direcção à rampa, variando entre uma pequena parte a -3 (ZH) na extremidade mais afastada da bacia e a zona junto à rampa com fundo a -1,6 (ZH). Estas plataformas foram estendidas em direcção ao molhe sul para permitir albergar os passadiços flutuantes e os canais de circulação das embarcações, sendo as larguras destas limitadas ao mínimo indispensável, procurando-se que permitisse o funcionamento conveniente da marina com os menores custos associados (HP, 1991).

Esta base estrutural restritiva limita o desenvolvimento económico da marina quer no número de embarcações como no valor cobrável para aluguer de lugar de amarração, visto que a oferta de postos de amarração com comprimentos de fora a fora (L_{ff}) superior a 12 m fica reduzida a 17 postos nos dois pontões flutuantes mais afastados. A conjunção dos problemas de galgamento do molhe sul, referidos em 2.3.1, com esta extensão de fundos a cotas muito superficiais inviabiliza o aproveitamento do espelho de água no intradorso do molhe, o que seria naturalmente interessante para a marina da Povoa.

A memória descritiva do projecto de execução da marina da Povoa de Varzim – HP, 1991 – faz referência a uma extensa campanha de sondagens geotécnicas de reconhecimento efectuada nos meses de Março e Abril de 1971 e promovida pela Junta Autónoma dos Portos no sentido de estabelecer um mapeamento do "*bed-rock*" rochoso. Com base nestes dados e no levantamento batimétrico da bacia portuária à altura da sua elaboração, incluíram-se no projecto o conjunto de desenhos nos quais se baseia a concepção do plano de dragagens, sendo essenciais na determinação dos tipos de materiais e volumes totais a dragar para a concretização da bacia da marina da Povoa de Varzim. Incluíam-se neste os seguintes elementos (HP, 1991):

- Planta da grelha de reconhecimento estabelecida na área que se estendia entre o intradorso do molhe sul e o maciço rochoso no qual se baseia o terrapleno da marina da Povoa, a qual é constituída por 136 pontos de sondagem. Estes foram dispostos em linhas e colunas equidistantes entre si, permitindo realizar cortes transversais e longitudinais do fundo;

- Carta de definição das curvas de igual profundidade da estrutura rochosa firme, que permitem gerar uma topografia aproximada do maciço rochoso da bacia portuária da Povoa de Varzim;

- Cortes transversais e longitudinais do fundo rochoso, abrangendo uma profundidade máxima de 2,5 m e permitindo distinguir o tipo de materiais existentes, bem como a sua posição, distribuição e espessura.

A memória descritiva inclui a transcrição da apreciação geral que conclui o relatório de execução desta campanha de sondagens. O "*bed-rock*" é descrito neste como sendo composto

por granito, classificado na generalidade como alterado na sua camada mais superficial mas não identificando o estado deste nas camadas subjacentes devido à inadequação do material de prospecção utilizado na campanha de sondagens para a recolha de amostras mais profundas. Caracteriza-se a superfície topográfica como sendo muito irregular, o que confirma as suspeitas já existentes devido ao surgimento parcial de afloramentos rochosos acima da linha de água em condições de baixa-mar, mas referindo ainda uma grande variabilidade de cota da superfície do firme rochoso, oscilando entre -5,0 (ZH) na zona central do porto e -1,5 (ZH) na periferia do molhe sul. Indica-se ainda que a camada de cobertura das formações rochosas tem uma possança muito reduzida, sendo composta maioritariamente por areias de granulometria variada que ocasionalmente aparecem misturadas com lodos e cascalheira, em particular no espaço localizado no intradorso do molhe sul (HP, 1991).

Uma nota final de relevância para o trabalho a desenvolver nos próximos capítulos passa pela constatação da diferença de informação disponível para a área em torno da marina da Povoa e a zona a norte do estaleiro naval, que será uma das zonas de expansão desta. O desconhecimento de cortes geológicos dos fundos desta área e do próprio terrapleno do estaleiro obriga a que se tomem decisões preventivamente conservativas em relação à escavação e dragagem destas.

2.4 Dados de base considerados

A estipulação das cotas máximas e mínimas para o nível da água do mar no interior da bacia portuária, respectivamente a máxima praia-mar em águas vivas – MPMAV – e a mínima baixa-mar em águas vivas – MBMAX – que ocorrem neste, obedece à consulta do projecto original (HP, 1991) e dos dados disponibilizados pelo Instituto Hidrográfico para o porto de Viana do Castelo – [3] – considerando que a proximidade permite considerar uma consistência na transposição dos dados verificados neste porto para o que existe no porto da Povoa de Varzim, reproduzindo assim o conceito previamente seguido para as alturas de onda significativas em CEHIDRO (2009). Definem-se os seguintes limites máximos para a oscilação da maré na bacia portuária da Povoa de Varzim:

- MPMAV: +3,95 (ZH), ou seja, 3,95 m acima do nível do zero hidrográfico;

- MBMAV: +0,10 (ZH), ou seja, 0,10 m acima do nível do zero hidrográfico.

A posição da obra de abrigo obedece ao que foi pré-estabelecido em CEHIDRO (2009), que resulta dos estudos realizados em modelo matemático. A obra de abrigo será enraizada no molhe sul através de um terrapleno que surge sensivelmente no último terço deste, que se prolonga no seu intradorso até se unir ao terrapleno da marina. Esta tem na grande maioria do seu desenvolvimento uma colocação aproximadamente paralela à presente faceta norte do

terrapleno da marina, curvando em direcção ao molhe sul após o segundo grupo de passadiços, concretamente os passadiços 4, 5 e 6.

A visualização da posição proposta para o quebra-mar pode ser feita na Figura 5. Esta imagem permite ainda identificar as duas zonas para onde se irá efectuar a expansão da marina da Povoa: o intradorso do molhe sul, onde se vislumbra a geometria aproximada para um novo terrapleno capaz de apoiar a instalação de um conjunto alargado de passadiços flutuantes para amarração de embarcações, e a expansão do espelho de água na zona mais a norte da marina através da remoção da parcela do terrapleno correspondente ao estaleiro naval por escavação e desmonte.

A determinação das alturas de água para o cenário com condições mais severas no exterior da bacia portuária em CEHIDRO (2009), correspondente a ondas com período T = 18 s e altura significativa H_{m0} = 10 m, é transposto na Tabela 2. Esta apresenta os resultados obtidos para a situação actual e para os dois cenários considerados na parte final do estudo, consoante o rumo da agitação proveniente no exterior. Os cenários apresentados prendem-se com dois princípios distintos: o primeiro – A2 – centra-se no prolongamento do molhe norte, enquanto o segundo – C – consiste na construção de uma obra de abrigo interior a partir do molhe sul, a qual terá direcção aproximadamente perpendicular a este. O estudo recomenda a segunda opção, visto ser mais simples e económico criar um quebra-mar num espaço confinado e com fundos a -3 (ZH) do que prolongar um molhe com exposição oceânica total e profundidades de -8 (ZH).

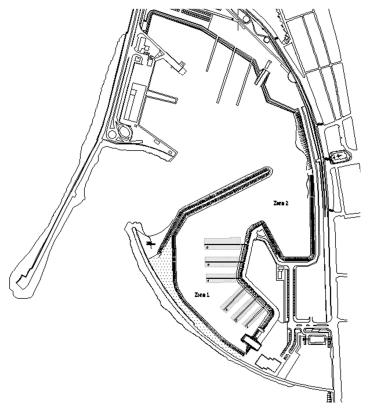



Figura 5 – Posicionamento da obra de abrigo e definição da bacia da Marina da Povoa (CEHIDRO, 2009)

Tabela 2 – Determinação das alturas de onda que se geram no interior da bacia portuária para um temporal no exterior da bacia portuária com T=18s e H_{m0}=10 m (CEHIDRO, 2009).

	Pontos	Alturas de onda (m) - NM		
		NW	W-20ºS	W
Situação de referência	A	**0,410**	**1,150**	**0,820**
	B	0,201	0,527	0,410
	C	0,599	1,582	1,209
Solução A2	A	0,050	**0,440**	**0,230**
	B	0,023	0,231	0,097
	C	0,070	0,668	0,302
Solução C	A	0,170	**0,440**	**0,340**
	B	0,187	0,453	0,375
	C	0,539	1,366	1,105

Como referido em 2.3.1, a agitação proveniente do rumo W-20ºS será a que gera maiores alturas de onda, requerendo maior atenção ao nível do dimensionamento da obra de abrigo e das estruturas de protecção dos terraplenos. Os três pontos para os quais se fizeram simulações, apresentados como A, B e C, correspondem respectivamente à zona dos passadiços da marina, aos passadiços do porto de pesca e, por fim, o ponto C corresponde à zona do estaleiro naval. Embora o estudo realizado por Pipa (2008) e aprofundado em CEHIDRO (2009) se centre na segurança da zona A, o alargamento do âmbito deste projecto em relação ao estudo referido para incluir a expansão da marina para o espaço actualmente ocupado pelo estaleiro naval obriga a que se tenha em conta os valores estimados para a agitação máxima nesta área. Atendendo à existência de condições mais severas nesta zona face ao estimado para a zona dos passadiços, conforme se pode comprovar na Tabela 2, opta-se por assumir uma posição conservativa quanto ao dimensionamento das estruturas e assumir os valores estimados para esta área como H_{dim}:

- H = 1,6 m para o dimensionamento do perfil transversal tipo do tronco e do perfil de rotação da cabeça da obra de abrigo (Tabela 2, Situação de Referência);

- H = 1,4 m para o dimensionamento do perfil transversal tipo da retenção marginal (Tabela 2, Solução C).

A marina da Povoa tem uma oferta actual de 241 postos de amarração, os quais permitem albergar uma frota com a distribuição apresentada na Tabela 3. Em concordância com a estrutura dos fundos da bacia descrita em 2.3.2, os barcos são colocados progressivamente em zonas mais exteriores quanto maiores os seus comprimentos de fora-a-fora (L_{ff}). Tal fará com que as embarcações das classes IV, V e VI ocupem maioritariamente o segundo conjunto de passadiços (4, 5 e 6), enquanto as classes de dimensões mais modestas se encontrem quase na sua totalidade no primeiro conjunto de passadiços (1, 2 e 3).

Tabela 3 - Composição da frota actual da marina da Povoa de Varzim.

Classes Acomodáveis	L_{ff} (m)	Nº Postos Amarração	Distribuição Aproximada
I, II	≤ 8,00	64	27%
III	8,01 – 10,00	100	41%
IV	10,01 – 12,00	60	25%
V	12,01 – 15,00	13	5%
VI	15,01 – 18,00	4	2%
	Total	241	

A fixação da posição das estruturas flutuantes é realizada através de estacas metálicas tubulares ocas com 508 mm de diâmetro exterior, dispostas com orientação vertical. A colocação em meio rochoso obrigou a que fossem encastradas no maciço, processo tornado possível através da execução de furos de 600 mm de diâmetro com profundidades que variam entre os 4,5 e os 5,5 m e preenchidos com betão de selagem após a introdução da ficha da estaca (HP, 1991). As estacas foram colocadas com um afastamento entre si de cerca de 30 m, variando de comprimento consoante a cota dos fundos no local de inserção e a maior ou menor profundidade a que foram encastradas, sendo comum a todas a cota de coroamento, estabelecida a +5,5 (ZH). A ligação entre as estacas e os passadiços é assegurada através da fixação de anéis metálicos especiais equipados com roletes, que impedem o deslocamento horizontal e reduzem o atrito para facilitar o deslocamento vertical. Apresenta-se um exemplo de uma das estacas que assegura o posicionamento do passadiço 2 na Figura 6.

O perfil transversal tipo aplicado actualmente nas retenções marginais de contenção do terrapleno, exibido no Desenho 5 sob a designação de Alternativa 1, consiste numa solução em talude com declive 3:2 (H:V) (HP, 1991). Esta hipótese, exibida no desenho referido com alterações pontuais para se adaptar aos níveis de maré máximos e mínimos considerados no presente estudo – apresentados em 2.4 – é constituída por um sub-manto e pé de talude em TOT sobrepostos por um manto de protecção em enrocamento com uma gradação entre 0,5 e 1,5 kN. Esta solução tem um processo de construção que na sua grande maioria será feito em ambiente exposto à água, o que leva a que seja faseado: a primeira fase consiste na construção do pé de talude, com um talude de 3:2 (H:V) na parte exterior e 4:3 (H:V) na interior e topo à cota do MBMAV (+0,1 ZH), que será recoberto na sua face interior por um filtro geotêxtil; a segunda fase prende-se com a criação de um aterro inicial de solo incoerente a partir do pé de talude, cujo topo tem uma largura de 2 m e se encontra a uma cota de +3,5 (ZH) e com taludes com declive 3:2 (H:V), que é protegido da segregação de finos na sua face exterior pelo prolongamento do filtro geotêxtil até metade da largura do seu topo; a terceira fase incide na colocação do sub-manto, com 0,8 m de espessura, seguida da colocação do manto de protecção sob a forma de uma única camada de 0,7 m de espessura (HP, 1991).

Figura 6 – Conjunto estaca/anel metálico para a fixação da posição dos passadiços flutuantes

A continuação do terrapleno, nesta fase já a seco, é prosseguida no espaço interior à estrutura existente através de uma segunda fase de colocação de solo incoerente até uma cota de +4,4 (ZH). O topo do aterro inicial é coberto pelo prolongamento do manto e sub-manto, encimados por uma viga de betão simples de secção 0,7 x 0,5 m. Esta viga é colocada sob uma camada de regularização superficial em britas, mantendo-se uma berma horizontal de 1 m de largura no topo do manto, a uma cota de +4,7 (ZH). O topo do terrapleno é colocado a uma cota de +5,0 (ZH) (HP,1991).

3 Definição do *layout* de expansão da marina da Povoa de Varzim

3.1 Análise estatística da geometria das embarcações

A definição do *layout* de uma marina depende obviamente do tipo de barcos que se pretende albergar, sendo necessário conhecer as dimensões destes e definir um critério para a determinação de cada posto de amarração. As dimensões relevantes para este efeito são as seguintes:

- Comprimento de fora a fora (L_{ff}), que consiste no comprimento longitudinal máximo entre proa e popa da embarcação;

- Boca, que se resume à largura transversal máxima da embarcação;

- Calado, correspondente à profundidade máxima da embarcação na sua expressão mais resumida, ou seja, sem patilhão.

O critério utilizado para a determinação dos diferentes espaços de amarração consiste no agrupamento dos diferentes tipos de barcos segundo classes de comprimentos, estabelecendo as dimensões de boca e calado de acordo com o maior comprimento de fora a fora da classe. Assim sendo, será relevante estabelecer relações entre o comprimento e cada uma destas dimensões, as quais se pretende expor sob a forma de dois gráficos distintos.

A obtenção desta representação gráfica foi baseada numa amostra total de 1189 modelos de embarcações em construção na actualidade, recorrendo para tal a uma edição anuário da *Bateaux*, uma revista da especialidade datada de Dezembro de 2009. Não se incluíram nesta amostra modelos puramente motorizados, tanto pela frota típica da marina se concentrar em veleiros e derivados como pela falta total de dados de informação sobre os calados deste tipo de embarcações.

Ao proceder à análise dos dados disponíveis distinguiram-se dois tipos base de embarcação, agrupando-se separadamente as embarcações em monocasco das em multicasco (*catamaran*, *trimaran*, etc.). Dentro de cada grupo base incluíram-se tanto os modelos de recreio como os dedicados à prática desportiva. Resume-se na Tabela 4 a amostra total de pares de dados recolhidos para cada tipo de embarcação, sendo cada uma destas situações caracterizadas em seguida através de gráficos individuais.

Tabela 4 - Número total de pares de dados recolhidos para cada tipo de embarcação

	Tipo de Embarcação	
	Monocasco	**Multicasco**
L_{ff}/Boca	884	305
L_{ff}/Calado	818	247

A definição de um ábaco a partir das distribuições discretas obtidas implica a associação a estas de funções contínuas que se adaptem o melhor possível aos dados disponíveis. Consideraram-se três tipos de função para o efeito, procurando aproximar a distribuição existente respectivamente a uma função linear, uma função polinomial e uma função potencial. Excluiu-se a utilização de outros tipos de funções, como a função logarítmica ou a função exponencial, pela fraca adequação destas à realidade física do problema, particularmente em relação às condições assumidas por estas para os extremos. A mesma razão levou a que se considerasse a utilização de funções polinomiais de 4ª ordem para as três primeiras relações e de 3ª ordem para a relação L_{ff}/Calado no caso das embarcações multicasco, visto serem dentro das várias possibilidades para este tipo de função as que têm melhor adaptação tanto aos dados como à realidade física e às regras proporcionais utilizadas na construção de cada um dos tipos de embarcações de recreio. As relações obtidas são apresentadas nos seguintes gráficos, respectivamente Gráfico 1 e Gráfico 2 para as embarcações monocasco e Gráfico 3 e Gráfico 4 para as multicasco.

A observação dos vários tipos de função e da sua adaptação aos dados disponíveis permite concluir que a função polinomial permite uma representação mais fidedigna da realidade. A constatação da maior variabilidade a nível de calados e da fraca adaptação de qualquer uma das funções testadas obriga a que se comparem os valores obtidos através dos ábacos dedicados a estes com os valores recomendados pelas normas indicativas com maior relevância internacional. Com base nestas duas fontes, apresentam-se na Tabela 5 e na Tabela 6 as dimensões tipo para a boca para as embarcações e na Tabela 7 e na Tabela 8 as dimensões tipo de calado para as embarcações, ambas em função do comprimento destas, que serão a base a partir das quais se definem as dimensões dos espaços de amarração para os limites máximos das classes de comprimentos regulamentares.

Dada a irregularidade estatística encontrada na análise dos calados, incluem-se a título de comparação os valores médios para o calado de cada classe de embarcações tipo monocasco recomendados em PIANC (1997) na Tabela 7. A inexistência de tais dados para embarcações multicasco torna impossível tal comparação na Tabela 8, onde se define de forma similar os calados das embarcações multicasco.

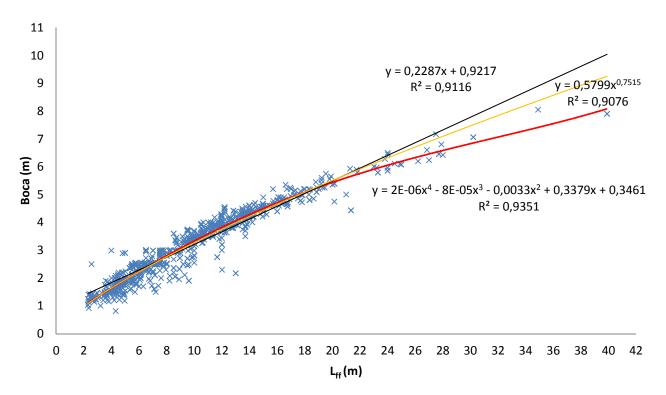



Gráfico 1 - Relação L_{ff}/Boca para embarcações monocasco

Tabela 5 - Determinação da boca tipo para vários comprimentos de embarcações monocasco

L_{ff} (m)	$Y = 2E\text{-}06x^4 – 8E\text{-}05x^3 – 0,0033x^2 + 0,3379x + 0,3461$	Boca (m)
6,0	2,240012	2,25
7,5	2,667303125	2,70
9,0	3,074702	3,10
10,5	3,461925125	3,50
12,0	3,828932	3,90
15,0	4,50335	4,50
18,0	5,102492	5,20

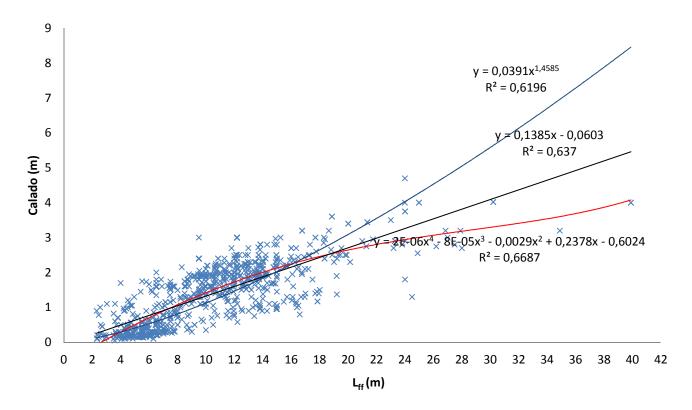



Gráfico 2 -Relação L_{ff}/Calado para embarcações monocasco

Tabela 6 - Determinação da boca tipo para vários comprimentos de embarcações multicasco

L_{ff} (m)	$y = -6E\text{-}06x^4 + 0{,}0009x^3 - 0{,}0432x^2 + 1{,}1512x - 1{,}9264$	Boca (m)
6,0	3,612224	3,65
7,5	4,638303125	4,65
9,0	5,551934	5,60
10,5	6,367332125	6,40
12,0	7,097984	7,10
15,0	8,35535	8,50
18,0	9,417344	9,50

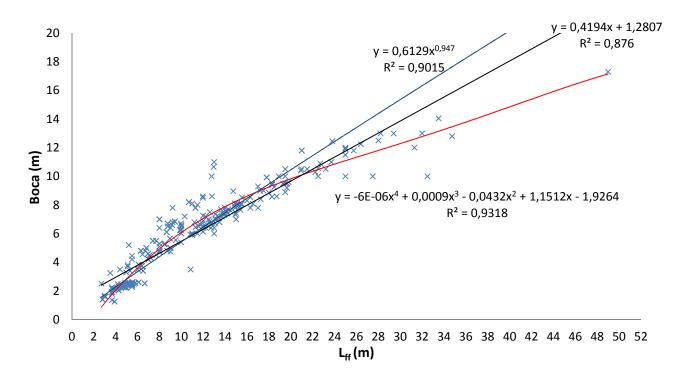



Gráfico 3 - Relação L_{ff}/Boca para embarcações multicasco

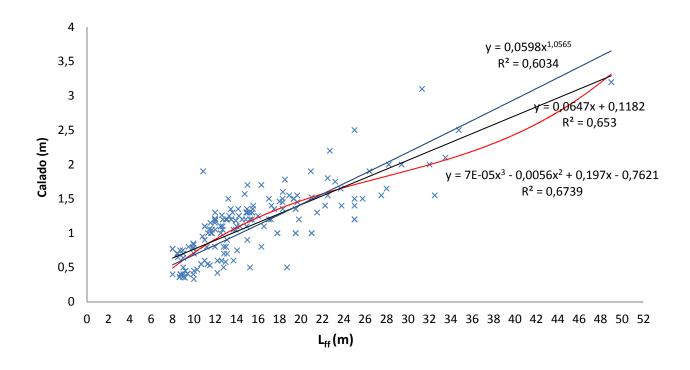



Gráfico 4 - Relação L_{ff}/Calado para embarcações multicasco

Tabela 7 - Determinação do calado tipo para vários comprimentos de embarcações monocasco e comparação com os valores recomendados em PIANC (1997)

L_{ff} (m)	y = 2E-06x4 - 8E-05x3 - 0,0029x2 + 0,2378x - 0,6024	Calado (m)	Calado PIANC (1997) (m)
6,0	0,705312	0,75	1,20
7,5	0,990553125	1,00	1,40
9,0	1,257702	1,30	1,65
10,5	1,506475125	1,55	1,90
12,0	1,736832	1,75	2,30
15,0	2,14335	2,15	2,50
18,0	2,481792	2,50	3,00

Tabela 8 - Determinação do calado tipo para vários comprimentos de embarcações multicasco

L_{ff} (m)	$y = 7E\text{-}05x^3 - 0{,}0056x^2 + 0{,}197x - 0{,}7621$	Calado (m)
6,0	0,23342	0,25
7,5	0,42993125	0,45
9,0	0,60833	0,6
10,5	0,77003375	0,8
12,0	0,91646	0,95
15,0	1,16915	1,2
18,0	1,37774	1,4

3.2 Caracterização da futura frota da marina

A expansão da capacidade actual, descrita previamente em 2.4, irá promover a reconfiguração da marina de acordo com os interesses da entidade concessionária, ou seja, irá permitir a esta não só expandir a sua capacidade de oferta de espaços de amarração dentro de água como de a adequar à procura actual. Pretende-se assim criar o maior número possível de postos de amarração dentro das classes em que a marina tem maior procura, de acordo com o historial desta e atendendo às solicitações presentes.

Como referido anteriormente, a distribuição dos espaços de amarração será feita com base em classes de comprimentos (L_{ff}), estabelecendo uma percentagem do espaço total disponível para cada classe. O comprimento máximo de embarcações a poderem fundear nesta marina será mantido nos 18 m por indicação da entidade concessionária. Apresenta-se na Tabela 9 a distribuição base pretendida pela administração da marina para a frota após a sua expansão.

Tabela 9 - Distribuição de postos de amarração para a futura frota

L_{ff} (m)	Distribuição
≤ 9 m	30%
9 a 12 m	55%
12 a 18 m	15%

A coordenação das necessidades actuais da marina da Povoa, expressa na Tabela 9, com a distribuição existente, a qual está ordenada segundo o conjunto de classes regulamentares apresentadas na Tabela 3, levará necessariamente a dificuldades em conciliar as duas. O interesse expresso pela entidade concessionária em flexibilizar a capacidade de acomodação de embarcações das classes III e IV, as quais surgem com maior procura quer da parte de actuais utentes da marina cujas embarcações estão estacionadas em terra como através de inquéritos a não utentes, leva a que se tenha procurado uma solução que confira à administração da marina a versatilidade de poder colocar em água embarcações destas duas classes em adição ao previsto. Seguindo o que se pode considerar ser uma opção pouco ortodoxa, optou-se por nortear a definição da futura frota a acomodar na marina da Povoa pelos intervalos de comprimentos estabelecidos na Tabela 9, rompendo com os intervalos apresentados na Tabela 3. Apresenta-se a distribuição adoptada na Tabela 10.

Tabela 10 - Caracterização da frota a albergar pela marina após a sua expansão

L_{ff} (m)	Classes Albergáveis	Distribuição
≤ 9	I, II, III	30%
9 a 10,5	III, IV	25%
10,5 a 12	IV	30%
12,0 a 15	V	12%
15,0 a 18	VI	3%

A solução adoptada consiste assim na definição de dois escalões híbridos – ≤ 9,00m e 9,01 – 10,50m, capazes de albergar embarcações de diferentes classes (Tabela 10) – que, conforme referido no parágrafo anterior, potenciam a adaptabilidade da marina para colocação em água quer das embarcações estacionadas em terra e como na recepção de novas embarcações com comprimentos inferiores a 12 m. Para embarcações de comprimento superior a 12 m considerou-se que, dada a menor relevância em termos de procura e a maior exigência a nível de fundos, a melhor solução seria manter as classes existentes.

Considera-se que, apesar da sua definição em classes que não correspondem com as da nova distribuição, os postos de amarração dimensionados para as classes I e II que existem na actualidade serão integrados na primeira classe da distribuição (≤ 9,00 m), como se indica na Tabela 10. No caso dos lugares específicos de classe III, distribuíveis pelas duas classes

estabelecidas consoante a sua posição dentro do intervalo de comprimentos abrangido por esta designação, considerou-se mais realista a sua inclusão na segunda classe de distribuição (9,01 – 10,50 m).

3.3 Estudo de alternativas para a disposição da frota e dos pontões

3.3.1 Critérios e limites orientadores do processo

A definição prévia da frota pretendida para a Marina da Povoa após a sua expansão e o estudo das dimensões das embarcações permite estabelecer vários cenários para a sua futura configuração, a partir dos quais se determinará qual a alternativa mais favorável. Essa solução será então desenvolvida nos capítulos seguintes, procedendo-se ao seu dimensionamento conforme os critérios de projecto mais utilizados.

O trabalho desenvolvido resultou na obtenção de 7 diferentes configurações possíveis, todas elas baseadas em sistemas de cais flutuante. Consideraram-se duas zonas fundamentais para o desenvolvimento destas alternativas:

- Zona 1: Intradorso do quebra-mar de abrigo interior e respectivo terrapleno de amarração a terra, junto ao molhe sul e defronte dos 6 pontões já existentes, observável na Figura 5;

- Zona 2: Instalações actuais do estaleiro naval e área a norte da posição do actual cais de abastecimento de combustível da marina da Povoa, observável na sua geometria actual na Figura 7 e na futura na Figura 5.

Como referido em 2.4, a área de espelho de água disponível para esta expansão é limitada pela posição pré-definida do quebra-mar interno e futuro terrapleno onde se irá enraizar, bem como pelo terrapleno onde amarram os pontões existentes na actualidade. Baseou-se a presente análise considerando os limites do quebra-mar apresentado em CEHIDRO (2009) no seu estado completo, correspondente à terceira fase de expansão explicitada neste documento. Considerou-se ainda que as retenções marginais necessárias para conter as alterações ao terrapleno da marina mantêm as dimensões em planta das actuais.

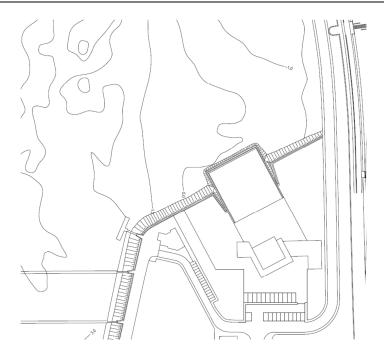



Figura 7 – Delimitação da zona 2 na actualidade

De acordo com as indicações de PIANC (1997), os canais de circulação na bacia da marina deverão ter uma largura mínima de 20 m, recomendando-se uma largura de 30 m para estes. Estabeleceu-se para o presente estudo um limite mínimo de 25 m para esta distância, que corresponde aproximadamente à distância que ocupariam lado a lado duas embarcações multicasco pertencentes à classe de embarcações mais elevada, e de 30 m para o canal principal, que se desenvolve no intradorso do quebra-mar. A mesma publicação recomenda uma largura de 1,5L para os *fairways*, correspondendo L ao comprimento do barco de maior dimensão a utilizar aquele espaço para manobrar, a qual foi seguida na elaboração destas hipóteses.

Definiu-se que todos os espaços de amarração individuais são dedicados a embarcações monocasco, estabelecendo-se que o fundeamento de embarcações multicasco implica a utilização de um lugar duplo. As dimensões para cada posto de amarração foram estabelecidas relacionando os abacos obtidos em 3.1 com as recomendações de PIANC (1997), apresentando-se os valores adoptados na Tabela 11.

Seguindo as indicações de Tobiasson e Kollmeyer (2000), assim como de PIANC (1997), o processo de distribuição dos postos de amarração obedece ao princípio de situar os lugares destinados às embarcações de maior dimensão o mais próximo possível do canal de acesso à marina ou, em alternativa, do canal principal. Observando o espelho de água disponível e a posição do quebra-mar, o canal principal situar-se-á no espaço interior imediatamente anexo a este último, procurando-se colocar as embarcações da classe VI junto do espaço de entrada na bacia da marina e afastando as embarcações das classes abaixo desta progressivamente para as áreas mais interiores, estabelecendo-se uma precedência na distribuição dos lugares em

que a colocação dos postos de uma determinada classe só será possível a partir do momento em que todos os lugares da classe acima desta estejam assegurados.

Tabela 11 - Dimensões adoptadas para um posto de amarração simples

Classe	L_{ff} (m)	Dimensões Posto Amarração	
		Largura (m)	Profundidade (m)
I, II, III	≤ 9,00	3,6	2,0
III, IV	9,01 – 10,50	4,0	2,3
IV	10,51 – 12,00	4,4	2,7
V	12,01 – 15,00	5,2	3,0
VI	15,01 – 18,00	6,0	3,5

Recorrendo a um conjunto de publicações de algumas marcas de equipamento flutuante, das quais se destaca *Walcon*, adoptaram-se as seguintes dimensões para os *fingers* (plataformas de acesso lateral às embarcações), resumidos na Tabela 12.

Tabela 12 - Dimensões dos *fingers* correspondentes a cada classe de postos de amarração

Classe	L_{ff} (m)	Dimensões *Fingers* (m)	
		Comprimento	Largura
I, II	≤ 9,00	6,0	0.72
III	9,01 – 10,50	7,5	0,72
IV	10,51 – 12,00	7,5	0,72
V	12,01 – 15,00	9,0	1,025
VI	15,01 – 18,00	12,0	1,025

Com base nas mesmas fontes consultadas para determinar as dimensões dos *fingers*, a elaboração das várias alternativas assenta na utilização de pontões com largura fixa de 2 m e com duas gamas de comprimentos – 7,5 ou 11,5 m.

O afastamento dos pontões em relação aos limites do terrapleno obedece aos limites de inclinação máxima para as rampas de acesso (*gangways*). Seguindo as recomendações de Associação Portuguesa de Portos de Recreio (1993), limita-se a 25% a inclinação máxima para as rampas de acesso aos pontões principais e recomenda-se que, sempre que possível, a inclinação máxima não ultrapasse os 15%.

Relacionando tais inclinações máximas com as características de variação de maré descritas em 2.4, a grande amplitude de maré observada tem como consequência a necessidade de utilização de rampas com comprimentos consideráveis. Estando a operar-se num espaço confinado, particularmente na Zona 2, será conveniente limitar ao mínimo possível a extensão

das rampas, pelo que se adopta a inclinação máxima possível, ou seja, uma inclinação de 25%.

A localização do cais de combustíveis e da área de acostagem temporária para recepção de novas embarcações deverá ser, por razões de operacionalidade e segurança da marina, o mais próxima possível do edifício da recepção da marina. A consulta das recomendações da Associação Portuguesa de Portos de Recreio (1993), no capítulo H, recomenda a existência de um posto exclusivamente dedicado ao abastecimento de combustível e que este deverá estar o mais próximo possível de terra. No entanto, não há referência que este deverá estar completamente separado dos pontões de acostagem das embarcações quer neste capítulo como no capítulo L (Controle e Prevenção de Incêndios) ou no capítulo H (Segurança). Estendendo a pesquisa ao Decreto-Lei nº 21/2002 de 31 de Janeiro e ao Decreto-Lei nº 269/2003 de 28 de Julho, que regulam as actividades marítimo turísticas, revela-se infrutífera ao não se encontrar qualquer referência a equipamentos no interior das bacias portuárias. Segundo Tobiasson e Kollmeyer (2001), a plataforma deverá estar colocada numa área de fácil acesso quer por terra como por via marítima e que minimize a extensão de tubagem necessária para ligar a bomba ao depósito em terra.

3.3.2 Apresentação dos cenários alternativos considerados

Obedecendo aos princípios e limites descritos em 3.3.1, elaboraram-se 7 cenários alternativos para a disposição dos passadiços.

A alternativa 1, corresponde ao desenvolvimento da solução apresentada em CEHIDRO (2009), definindo-se dois cenários – a) e b) – iguais na sua configuração na Zona 2 mas com diferentes disposições numa componente da Zona 1. Estes cenários são apresentados, respectivamente, no Desenho 1 e no Desenho 2. Eis as suas principais características:

- Na zona 2, a estrutura é composta por um passadiço principal de 166 m de extensão, colocado paralelamente ao terrapleno da marina na área actualmente ocupada pelo estaleiro, ao qual se fixam um conjunto de quatro pontões secundários de acostagem que se estendem no sentido da avenida marginal com comprimentos de 110,5, 88, 61 e 49 m, correspondentes respectivamente do passadiço secundário mais a norte para o mais a sul. A extremidade do passadiço principal que se localiza no canal de circulação principal é utilizada para acostagem no lado contrário ao dos pontões secundários, assim como para a colocação da plataforma para abastecimento de combustível;

- Além da estrutura descrita, a oferta de postos de amarração na zona 2 é complementada por um passadiço de 81,5 m com a mesma direcção dos pontões 4, 5 e 6 e que amarra a terra através de um passadiço de 11,5 m paralelo ao terrapleno e situado na zona imediatamente a norte do actual cais de combustíveis. A posição da extremidade deste

passadiço oferece condições suficientes de calado e espaço de manobra para ser aproveitada para a colocação de uma plataforma de acostagem provisória para a recepção de embarcações visitantes;

- Na zona 1, ambos os cenários partilham a mesma configuração na estrutura que se localiza defronte do conjunto de pontões 4, 5 e 6. Esta é definida por um passadiço principal de 80,5 m de comprimento, colocado perpendicularmente aos referidos pontões, a partir do qual partem 3 pontões secundários para a acostagem. O passadiço mais a norte e o central têm ambos uma extensão de 42 m, sendo o mais a sul o maior dos três com 45,5 m de comprimento;

- A diferença entre os cenários na zona 1 está na estrutura colocada defronte do conjunto de pontões 1, 2 e 3: ambas se caracterizam pela colocação de um passadiço principal com disposição aproximadamente perpendicular aos pontões pré-existentes. A diferença está no facto de, no cenário a), o passadiço principal ter 177 m de comprimento e a acostagem se dar directamente neste, enquanto no cenário b) o passadiço principal tem uma extensão de 140 m e a acostagem das embarcações ser feita num conjunto de 5 pontões secundários com comprimento igual de 15 m que se encontram fixados ao principal.

A alternativa 2 é similar à primeira alternativa. Tal como nesta, o passadiço principal na área do actual estaleiro está colocado paralelamente ao terrapleno da marina e apresentam-se os mesmos cenários alternativos para a disposição dos pontões na zona 1. Distingue-se da alternativa anterior na configuração adoptada para a área a norte da estrutura de abastecimento de combustível na zona 2, onde, ao invés de utilizar o lado interior do passadiço principal para acostagem e colocar um passadiço adicional a partir da plataforma existente no posto de combustível, o passadiço paralelo ao conjunto de pontões existentes é fixado directamente ao passadiço principal por um passadiço secundário de 35 m que também assegura a acostagem de embarcações. Adicionalmente, fixa-se um passadiço secundário de 35 m na extremidade do principal, disposto paralelamente ao passadiço descrito, que permite a ancoragem em ambos os lados e em cuja extremidade se anexa o cais de abastecimento de combustíveis. Os dois cenários correspondentes são observáveis, respectivamente, no Desenho 3 e no Desenho 4.

Observa-se que a alteração introduzida no cenário b) reduz a capacidade de acostagem quer em ambas as alternativas, razão pela qual se fixa a configuração do cenário a) como a solução a adoptar para a zona 1, introduzindo-se apenas alterações ao nível da extensão de pontões flutuantes utilizada nesta zona. Assim, as modificações introduzidas nas alternativas 3, 4 e 5 limitam-se a optimizar a solução a aplicar na zona 2.

A alternativa 3, caracteriza-se pela alteração de posição da estrutura de ancoragem que ocupa a área do actual estaleiro, dispondo-se um passadiço primário de 150 m paralelamente à avenida marginal em vez de ao terrapleno mas mantendo a fixação de 4 pontões secundários

de acostagem ao principal, que neste caso se estendem no sentido do terrapleno da marina. As suas extensões, respectivamente do passadiço mais a norte para o mais a sul, são de 95,5, 80, 52,5 e 57,5 m. A área onde se localiza actualmente a plataforma do cais de combustíveis é utilizada para a colocação de dois pontões para acostagem, o primeiro dos quais tem uma extensão de 107 m e é disposto paralelamente ao grupo de pontões 4, 5 e 6, enquanto o segundo, com 51 m de comprimento, é disposto perpendicularmente ao terrapleno. Na extremidade destes localizam-se, respectivamente, a estrutura de acostagem temporária e o cais de abastecimento. A configuração descrita é observável no Desenho 5

A alternativa 4, apresentada no Desenho 6, difere da anterior apenas na configuração dos pontões que ligam a terra através da plataforma do actual cais de combustíveis, abandonando-se a ideia de colocar um passadiço paralelo ao passadiço 6. Nesta hipótese, o passadiço secundário, com uma extensão de 105 m, é colocado paralelamente ao terrapleno, fixando-se num passadiço principal de 49 m perpendicular ao terrapleno. Tal como na disposição anterior, colocam-se plataformas nas extremidades dos dois pontões para desempenharem as funções de cais de acostagem temporária e de posto de abastecimento de combustíveis.

A alternativa 5 surge da junção da alteração promovida na alternativa 4 com a disposição utilizada nas primeiras duas alternativas, mantendo a estrutura que ocupa o espaço do actual estaleiro mas inserindo neste um passadiço secundário de 126 m que se estende no sentido do molhe sul. A existência de um cais de abastecimento e de uma área de ancoragem temporária é assegurada através da fixação, na zona mais próxima do terrapleno a oeste do passadiço principal, de um passadiço de 72 m e com a mesma orientação do descrito. Esta alternativa é exibida no Desenho 7.

A oferta total de postos de amarração proporcionada por cada uma das soluções descritas, incluindo nestes os pré-existentes no conjunto de pontões 1 a 6 e especificando a oferta para cada intervalo de comprimentos, é sintetizada na Tabela 13.

Tabela 13 - Oferta total de postos de amarração das alternativas em estudo

Classe	L_{ff} (m)	Nº Postos Amarração (Total)						
		Alt. 1 a)	Alt. 1 b)	Alt. 2 a)	Alt. 2 b)	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5
I, II	≤ 9	147	143	149	145	143	146	151
III	9 a 10,5	123	120	125	121	120	121	126
IV	10,5 a 12	147	144	149	145	143	146	152
V	12,0 a 15	59	58	59	58	57	58	61
VI	15,0 a 18	15	14	15	15	14	15	15
	Total	491	479	497	484	477	486	505

A caracterização da oferta de lugares de amarração de cada solução, criados em cada zona e no seu total, assim como a extensão de pontões flutuantes utilizados, é resumida na Tabela 14. As variações ao nível da extensão total de passadiços para soluções aparentemente similares derivam da combinação de pontões flutuantes utilizados de forma a adaptar-se da melhor forma ao conjunto de lugares de ancoragem associados a cada passadiço e da inclusão de todos os passadiços complementares necessários, que variam conforme a solução.

Em adição a estes dados inclui-se na Tabela 14 o rácio de postos de amarração por m de passadiço de cada alternativa, especificando-se o valor para cada zona e para a solução na sua globalidade. Este parâmetro é particularmente relevante para a avaliação da rentabilidade do investimento, pretendendo-se que a solução a adoptar tenha o melhor desempenho possível neste campo.

Tabela 14 - Determinação do rácio de postos de amarração por m de passadiço

Alternativas	Nº Postos Amarração (Criados)			Comprimento Total Passadiços (m)			Nº Postos Amarração (/m)		
	Zona 1	Zona 2	Total	Zona 1	Zona 2	Total	Zona 1	Zona 2	Total
1 a)	100	150	250	506	846	1352	0,198	0,177	0,185
1 b)	87	151	238	663	841	1503	0,131	0,180	0,158
2 a)	101	155	256	506	900	1407	0,200	0,172	0,182
2 b)	87	156	243	655	901	1556	0,133	0,173	0,156
3	99	137	236	515	778	1293	0,192	0,176	0,183
4	101	144	245	518	739	1257	0,195	0,195	0,195
5	103	161	264	504	907	1411	0,204	0,178	0,187

3.3.3 Discussão das alternativas apresentadas

Considerando que o objectivo desta fase é obter a solução que permita simultaneamente maximizar a capacidade total da Marina da Povoa, obter a maior rentabilidade possível do investimento e oferecer as melhores condições operacionais e de segurança, a observação conjunta do grupo de alternativas 1 a 7, da Tabela 13 e da Tabela 14 permitem tirar um vasto conjunto de elações que se desenvolvem em seguida.

Como previamente observado em 3.3.2, as alterações introduzidas pelos cenários b) das Alternativas 1 e 2 ao nível da configuração da estrutura na zona 1 não oferecem qualquer benefício do ponto de vista da rentabilidade face aos respectivos cenários originais, uma vez que utilizam uma quantidade de pontões flutuantes para uma menor oferta de postos de amarração, como comprovado na Tabela 12. Apesar de estas se revelarem como soluções ligeiramente mais satisfatórias na zona 2 que os iniciais devido à utilização de diferentes

combinações de pontões na composição dos diferentes passadiços, a análise global da solução leva a que se excluam estas hipóteses.

A configuração assumida pelas Alternativas 3 e 4 para a zona 2 levanta reservas face ao nível de operacionalidade da marina. O posicionamento do passadiço principal do lado da avenida marginal dificulta o acesso aos pontões a partir da área de recepção da marina, comprometendo a eficiência do conjunto de serviços em terra que a marina presta aos clientes. Destaca-se ainda a posição das embarcações colocadas em toda a extensão dos dois passadiços mais a norte face à entrada da bacia da marina e a sua susceptibilidade à agitação, visto que estas, em oposição ao que ocorre nas Alternativas 1, 2 e 5, deixam de estar na zona de sombra do quebra-mar interior, acrescendo-se à falta de protecção desta zona os efeitos provocados pela difração da ondulação em torno da cabeça deste.

Continuando a analisar as soluções para a zona 2, desta vez as das Alternativas 1, 2 e 5, observa-se que o passadiço mais próximo da entrada da bacia da marina, apesar de estar protegido da agitação marítima pelo quebra-mar na maioria da sua extensão, poderá igualmente estar sujeito a agitação excessiva. Acrescenta-se a este problema o facto de este passadiço estar colocado na imediação do principal canal de navegação interior da marina, sujeitando-se as embarcações atracadas à agitação provocada pela deslocação de outros barcos ao longo deste. Tal problema é extensível às soluções das Alternativas 4 e 5, onde o canal principal é definido entre a face interior do quebra-mar e um extenso passadiço com a mesma orientação dos referidos, que poderão ter um agravamento de condições com a ocorrência de refração no quebra-mar das ondas criadas pela circulação no canal.

Embora não existindo normas ou regulamentos que proíbam inequivocamente a inserção da plataforma do cais de combustíveis num passadiço utilizado para a amarração permanente de embarcações, situação que foi prévia e extensivamente abordada no ponto 3.3.1, destaca-se a diferença de colocação entre a sua posição na Alternativa 5 e as restantes soluções. Apesar de não se encontrar numa posição tão acessível como nas restantes soluções, esta oferece maior segurança ao estar afastada dos postos de amarração permanentes e maior facilidade de operação ao estar colocada junto à área de recepção da marina e, consequentemente, do depósito de combustível.

Centrando a atenção na capacidade total de cada solução, observa-se que a solução que maximiza o número de postos de amarração é a Alternativa 5. Esta permite criar um total de 264 novos postos de amarração, o que corresponde praticamente à duplicação da capacidade de amarração em água da marina da Povoa. A solução que mais se aproxima desta neste campo será o cenário a) da Alternativa 2, capaz de gerar uma capacidade adicional de 256 postos de amarração.

Analisando o conjunto de alternativas relativamente ao comprimento total de pontões flutuantes necessários, a solução com melhor rentabilidade global ao nível do investimento em

passadiços é a Alternativa 4 com um rácio de 0,195 barcos por m de passadiço, o que corresponde a uma média de cerca de 5,14 m de passadiço para cada lugar disponível. A Alternativa 5 tem a segunda melhor relação neste campo com um rácio de 0,187 barcos por m, ou seja, aproximadamente 5,35 m de passadiço em média para um lugar. Comparando directamente as duas, percebe-se que a Alternativa 5 oferece mais 19 postos de amarração com um custo adicional correspondente de 4,2% em relação a Alternativa 4. Adicionando a este comparativo a Alternativa 2 a), visto ser a com maior capacidade a seguir à Alternativa 5, determina-se que esta emprega uma média de cerca de 5,5 m de passadiço por posto de amarração, o que corresponde a um aumento de 7,1% em relação à Alternativa 4 com um benefício de 11 postos de amarração adicionais, confirmando-se como uma solução inferior à Alternativa 5.

Focando a análise na zona 1, observa-se que a Alternativa 5 é aquela que tem uma maior oferta de postos de amarração para esta zona e ao mesmo tempo consegue ter a maior rentabilidade da extensão de passadiços empregues, oferecendo 103 lugares de fundeamento com um rácio de 0,205 postos por m de passadiço, ou seja, necessitando cada posto em média de 4,86 m de passadiço. A Alternativa 5 continua a ser a solução com maior oferta na zona 2, permitindo a colocação de 161 postos de amarração. No entanto, a solução com um maior aproveitamento da estrutura nesta zona é a Alternativa 4, com um rácio de 0,195 postos por m.

Ponderando o conjunto total de considerações enumeradas ao longo deste ponto, a Alternativa 5 assume-se como aquela que, na generalidade, mais se aproxima de cumprir com os objectivos estipulados.

4 Dimensionamento da obra de abrigo interior da marina

4.1 Definição da onda de projecto e do tipo de obra de abrigo

Como descrito previamente em 2.4, a localização, orientação e extensão da obra de abrigo foi previamente estabelecida em Pipa (2008) e confirmada em CEHIDRO (2009), sendo assim o propósito deste capitulo a sua concepção e dimensionamento nas condições previamente estipuladas.

Seguindo os valores determinados através de modelo matemático nos estudos acima referidos, apresentados em 2.4 e pressupondo uma onda de temporal fora da bacia portuária com H_{m0}=10m e T_p=18s, verifica-se agitação de 1,6 m na zona em que se projecta colocar a entrada na bacia da marina. Adoptando uma postura conservativa para, toma-se este valor como referência para a extensão total da obra, a opção por um quebra-mar flutuante revela-se inadequada dado o comportamento falível deste tipo de equipamento quando sujeito a ondas de período superior a T= 3 a 4s e de altura superior a 1 m.

Estando posta de parte a hipótese de um equipamento leve como um quebra-mar flutuante, será necessário adoptar uma solução de abrigo fixa. Atendendo às limitações abordadas em CEHIDRO (2009) acerca deste tema, a escolha do tipo de obra a executar deverá estar sujeita aos seguintes critérios:

- Baixo índice de reflexão;

- Adequação aos fundos existentes;

- Minimização da área ocupada;

- Segurança para as embarcações;

- Economia de recursos.

Considerando que se está a dimensionar uma obra de abrigo num espaço já em si confinado, a obra não pode contribuir para o agravamento das condições de navegação e operação quer às embarcações estacionadas na marina da Povoa como ao próprio porto de pesca. Tal faz que uma solução monolítica do tipo aduela em betão, embora bastante atractiva na perspectiva do espaço que ocupa, não seja apropriada à situação existente. Assim, o tipo de solução com melhores perspectivas de sucesso neste caso será uma solução do tipo quebra-mar de taludes em enrocamento, ou seja, uma solução com um grau de permeabilidade suficiente para ser capaz de dissipar grande parte da energia das ondas (CEM, 2003).

Além da questão da segurança, o confinamento da bacia da marina e o posicionamento da entrada desta poderá implicar problemas de renovação da água e originar problemas diversos a nível ambiental e sanitário. Tendo em conta que o funcionamento de uma marina implica o

cumprimento de regras ambientais equivalentes às da Bandeira Azul (FEEE, 2002), considerou-se prudente incluir uma solução do tipo passagem hidráulica, a colocar o mais próximo possível da zona interior mas a uma distância que não afecte as embarcações nos seus postos de amarração, detalhando-se as suas características no ponto 4.4.

Será importante estabelecer que o propósito da obra de abrigo é melhorar a estabilidade e segurança das estruturas flutuantes e das embarcações que amarram nestas mas não implica que esta tenha de isolar por completo a bacia da marina da restante bacia portuária. Assim, a solução não necessitará necessariamente de prever os efeitos do seu galgamento.

A onda de projecto adoptada para o dimensionamento desta obra de abrigo basear-se-á nos resultados do modelo matemático aplicado, como referido anteriormente. Mantendo uma atitude conservativa face aos dados de base, o cálculo da estrutura resistente deverá considerar a possibilidade de um agravamento das condições locais devido ao confinamento da bacia portuária. Assim, optou-se por considerar um valor ligeiramente superior face ao modelo matemático para a onda de projecto, que será:

$$H = 1{,}7\ m$$

4.2 Dimensionamento do perfil transversal tipo do tronco

4.2.1 Dimensionamento do manto e sub-manto de protecção

A localização da obra de abrigo numa bacia portuária de águas pouco profundas constitui um limite ao dimensionamento da manto resistente. Nestas condições, um método relativamente mais evoluído como o de Van der Meer (CEM, 2003), apesar de ser capaz de ponderar um maior conjunto de parâmetros, não é adequado. Assim, considera-se que o melhor método de cálculo para o peso dos blocos que compõe o manto resistente nas condições presentes será recorrendo à fórmula de Hudson (SPM, 1984), apresentada na equação (4.1):

$$W = \frac{\gamma_r \times H^3}{K_d \times (S_r - 1)^3 \times \cot\theta} \qquad (4.1)$$

Em que:

W – peso do bloco de protecção (kN);

H – altura da onda incidente (m);

γ_r – peso volúmico do material utilizado (kN/m^3);

K_D – coeficiente de estabilidade;

S_r – rácio representativo da relação entre o peso especifico do material utilizado e o da água salgada ($\gamma_0 = 1{,}023\ kN/m^3$), dado pela expressão (4.2):

$$S_r = \frac{\gamma_r}{\gamma_0} \tag{4.2}$$

θ – declive do talude dos blocos de protecção.

A determinação da espessura das camadas de protecção dos taludes é realizada através da expressão (4.3) (SPM,1984):

$$r = n \times K_\Delta \times \left(\frac{W}{\gamma_r}\right)^{1/3} \tag{4.3}$$

Em que:

r – espessura da camada de protecção (m);

n – número de camadas de disposição de blocos resistentes;

K_Δ – coeficiente de forma das camadas.

Conforme referido no ponto 4.1 deste capítulo, a minimização da área ocupada revela-se como um dos principais objectivos, pretendendo-se que o espaço de manobra das embarcações no interior da bacia da marina seja o máximo possível. Tomando em consideração a moderação da onda de projecto face a uma obra de abrigo em enrocamento, definem-se taludes de 4:3 (H:V) quer para o núcleo como para o manto e sub-manto.

Estipula-se a utilização de enrocamento (*rough angular*), ao qual corresponde $K_\Delta = 1$ (SPM, 1984), com $\gamma_r = 2{,}6\, tf/m^3$, por corresponder ao tipo de enrocamento mais comum nas pedreiras da região. Considera-se que as ondas incidentes rebentam contra o quebra-mar, pelo que $K_D = 2$ (SPM, 1984). A disposição dos blocos resistentes será feita em duas camadas – $n = 2$ – permitindo simultaneamente maior resistência mecânica e estabilidade da camada resistente e maior capacidade de dispersão da energia que uma camada única de blocos de enrocamento. Por fim, considera-se que a gama de pesos de enrocamento a colocar terá uma tolerância máxima de 20%, pelo que $0{,}8W \leq W_{real} \leq 1{,}2W$.

Extradorso

Com base nos valores adoptados e nas expressões (4.1) e (4.3), apresentam-se os cálculos efectuados para a determinação do peso do bloco de enrocamento utilizado para o manto no extradorso e a espessura deste:

$$W_{manto}^{ext} = \frac{2{,}6 \times 1{,}70^3}{2 \times (\frac{2{,}6}{1{,}023} - 1)^3 \times \frac{4}{3}} = 1{,}33\; tf = 13{,}3\; kN$$

$$11 \leq W_{manto}^{ext} \leq 16\ [kN]$$

$$r_{manto}^{ext} = 2 \times 1 \times \left(\frac{1{,}33}{2{,}6}\right)^{1/3} = 1{,}6\ m$$

Estabelece-se que o peso dos blocos do sub-manto será um décimo dos do manto. Assim, o peso dos blocos e a espessura da camada serão os seguintes:

$$1{,}1 \leq W_{sub-manto}^{ext} \leq 1{,}6\ [kN]$$

$$r_{sub-manto}^{ext} = 2 \times 1 \times \left(\frac{0{,}133}{2{,}6}\right)^{1/3} = 0{,}71\ m \approx 0{,}75\ m$$

Intradorso

Define-se que o peso dos blocos que compõem o manto no intradorso será um décimo dos do manto no extradorso, ou seja, similar aos que compõem o sub-manto no extradorso, sendo a espessura igualmente a mesma:

$$1{,}1 \leq W_{manto}^{int} \leq 1{,}6\ [kN/m^3]$$

$$r_{manto}^{int} = 2 \times 1 \times \left(\frac{0{,}133}{2{,}6}\right)^{1/3} = 0{,}71\ m \approx 0{,}75\ m$$

No caso do sub-manto, mantém-se o princípio de utilizar blocos de enrocamento com um décimo do peso dos do manto que se lhe sobrepõe, pelo que:

$$110 \leq W_{sub-manto}^{int} \leq 160\ [N/m^3]$$

$$r_{sub-manto}^{int} = 2 \times 1 \times \left(\frac{0{,}013}{2{,}6}\right)^{1/3} = 0{,}34\ m \approx 0{,}35\ m$$

4.2.2 Apresentação e discussão de alternativas

Com base nos cálculos efectuados, geraram-se 3 hipóteses para o perfil transversal tipo do tronco do quebra-mar. Estipula-se um fundo plano a uma cota de -2,5 (ZH) na concepção destes cenários, ponderando este como um nível médio para a batimétrica na área ocupada pela obra de abrigo. Apresentam-se as três alternativas no Desenho 3.

A primeira alternativa consiste numa solução do tipo quebra-mar de taludes tradicional (*high crested breakwater* – CEM, 2003), composta por um núcleo em TOT (> 10 N), sub-manto e manto externos e internos obedecendo aos valores calculados, com uma superestrutura de betão simples com 3 m de largura por 1,2 de altura em perfil. A protecção do topo do núcleo é completada pelo prolongamento dos mantos e sub-mantos quer no extradorso como no

intradorso, dispondo neste caso apenas uma camada de enrocamento ao invés das duas existentes no resto destas estruturas, considerando que as solicitações a que o topo do quebra-mar está sujeito são menores que no resto do manto de protecção.

O topo do núcleo constitui uma plataforma de trabalho com uma largura de 4 m, posicionada a uma cota de +4,45 (ZH), ou seja, a cota de MPMAV (+3,95 ZH) acrescida de uma folga de 0,5 m.

Seguindo a indicação do Coastal Engineering Manual, aconselha-se que o manto de protecção deverá ser prolongado abaixo da MBMAV até uma cota igual a H, pelo que se dispensa a colocação do manto a partir de uma cota inferior a -1,7 (ZH). O pé de talude é assegurado pelo prolongamento do sub-manto com a espessura constante e igual à existente no talude de forma a assegurar o suporte da base do manto, incluindo uma banqueta de 1 m de comprimento, bem como o prolongamento do núcleo de forma similar – cobertura total do sub-manto e banqueta adicional com 1 m – e espessura que varia conforme os fundos existentes.

A segunda hipótese incide numa solução do tipo quebra-mar de talude submersível (*low crested breakwater* – CEM, 2003), caracterizado pela colocação do topo à cota do MPMAV, ou seja, a +3,95 (ZH). Tal implica a utilização de barcaças para a colocação do enrocamento, em oposição ao que ocorre na primeira hipótese onde a plataforma de trabalho se encontra a seco e é possível utilizar máquinas motorizadas para a colocação dos blocos. Sendo uma solução relativamente próxima da tradicional, conserva a estrutura com um núcleo em TOT., sub-manto e manto de protecção no extradorso e intradorso em enrocamento conforme os cálculos apresentados em 4.2.1, abandonando a colocação de uma superestrutura de betão. Tendo em conta a possibilidade de submersão do quebra-mar, incluem-se postes de sinalização reflectores com 2,5 m de altura. Estes são colocados com um afastamento entre si de 20 m de forma a garantir a visibilidade permanente da obra, fixados a blocos de betão simples de 1 x 1 x 0,4 m.

O topo do quebra-mar nesta solução tem uma largura de 3 m. O topo do núcleo está definido a +1,1 (ZH), com uma largura de 4 m. De forma a simplificar o perfil, mantem-se a espessura do manto e sub-manto dispostos por cima do topo do núcleo, o que leva a uma assimetria acentuada do perfil pela diferença de espessuras entre as camadas no extradorso e no intradorso em relação à primeira hipótese. Outra diferença em relação à primeira hipótese prende-se com o pé de talude, que neste caso é simplificado para apenas o prolongamento do núcleo, mantendo uma banqueta de 1 m. Sendo uma solução cujo topo está colocado a uma cota menor que na anterior, abandona-se a dispensa do manto a partir de – 1,7 (ZH) nesta solução para garantir maior resistência mecânica da solução.

A terceira hipótese deriva da necessidade de tornar o tipo de perfil anterior mais simples e aplicável, aproximando a solução do que se designa por *reef breakwater* (CEM, 2003). Neste cenário, abandona-se a utilização de sub-manto e de distinguir o extradorso do intradorso,

adoptando um núcleo em enrocamento com gradação correspondente ao calculado para o sub-manto externo e um manto de protecção contínuo com as características calculadas para o manto no extradorso, cobrindo os taludes e o topo do núcleo. O topo do núcleo está colocado a +2,35 (ZH) nesta solução.

O topo do quebra-mar neste caso tem uma largura de 4 m, alargando-se o topo em relação ao segundo cenário para permitir maior área de espraiamento e, consequentemente, maior capacidade de dissipação de energia. O fundo do quebra-mar é constituído por uma camada de embasamento em TOT., com espessura variável entre 0,5 e 1 m consoante a profundidade máxima do perfil. Tal como na solução anterior, o pé de talude é assegurado por esta camada de embasamento, com similares banquetas de 1 m a seguir aos taludes.

Atendendo ao conjunto de critérios apresentados em 4.1 e comparando directamente a primeira alternativa com a terceira, ou seja, a solução tradicional com o perfil alternativo simplificado, será necessário ponderar o benefício real de uma solução mais cara e que ocupa uma maior área mas que oferecerá em teoria um maior grau de tranquilidade interior na bacia da marina face a uma solução mais económica, mais ligeira e de execução mais simples, com maior adaptabilidade no caso de ser necessário um reperfilamento ou a sua remoção parcial com vista a futuras expansões. Considerando o grau de agressividade da ondulação no seu exponente máximo e a periodicidade da ocorrência dos temporais que lhe dão origem, o motivo principal para as dificuldades operacionais da marina prende-se com a repetição frequente de agitação com alturas de onda entre 0,5 e 1 m (Pipa, 2008), pelo que a hipótese de uma solução submersível como a apresentada na terceira alternativa se revela como um bom compromisso ao nível da segurança e economia.

O desenvolvimento da Alternativa 3 é apresentado no Desenho 4, destacando-se os vários perfis transversais que o tronco da obra de abrigo assume conforme se altera a cota do fundo da bacia portuária no seu eixo de desenvolvimento.

4.3 Dimensionamento do perfil de rotação da cabeça

A estabilidade da cabeça do quebra-mar é essencial para assegurar o bom comportamento da estrutura no seu conjunto. O desenvolvimento desta componente do quebra-mar assenta sobre a aplicação de um perfil único numa rotação de 180º com centro na extremidade do eixo longitudinal do tronco. O dimensionamento do perfil de rotação será feito com recurso à Formula de Hudson, tal como no caso da secção transversal do tronco, apresentada na expressão (4.1).

Geralmente, a zona da cabeça terá tendência a sofrer maior agressão que o resto do quebra-mar devido à formação de correntes locais nesta parte deste tipo de estruturas, o que leva a que seja usual a adopção como critério de projecto a redução da inclinação do talude em

relação ao praticado no tronco da estrutura. No entanto, o posicionamento da cabeça da obra de abrigo numa zona muito abrigada e a necessidade de ocupar a menor área possível, combinadas com a já referida moderação da agitação, levam a que se mantenha o declive de 4:3 (H:V). Assume-se novamente que a ondulação rebenta contra a estrutura, o que implica um valor para $K_D = 1{,}6$ (SPM, 1984).

Apresentam-se em seguida os cálculos relativos ao dimensionamento do manto e sub-manto do perfil de rotação, recorrendo novamente às expressões (4.1) e (4.3) e mantendo os blocos de enrocamento que compõem o sub-manto com um décimo do peso dos do manto.

Manto

$$W_{manto}^{rot} = \frac{2{,}6 \times 1{,}70^3}{1{,}6 \times (\frac{2{,}6}{1{,}023} - 1)^3 \times \frac{4}{3}} = 1{,}67\ tnf = 16{,}7\ kN$$

$$13 \leq W_{manto}^{rot} \leq 20\ [kN]$$

$$r_{manto}^{rot} = 2 \times 1 \times \left(\frac{1{,}67}{2{,}6}\right)^{1/3} = 1{,}72\ m \approx 1{,}75\ m$$

Sub-manto

$$1{,}3 \leq W_{sub-manto}^{rot} \leq 2{,}0\ [kN]$$

$$r_{sub-manto}^{rot} = 2 \times 1 \times \left(\frac{0{,}167}{2{,}6}\right)^{1/3} = 0{,}8\ m$$

Tomando em consideração a solução adoptada para a secção transversal do tronco, procurou-se definir um tipo de perfil que se lhe adaptasse o melhor possível. O perfil de rotação corresponde aproximadamente a metade do perfil transversal, mantendo a estrutura manto – núcleo – embasamento. Tal como na solução adoptada para o tronco, o núcleo será em enrocamento com a gradação definida para o sub-manto e o embasamento em TOT. O topo do perfil terá 2 m de largura a partir do eixo vertical de rotação e mantem-se a uma cota de + 3,95 (ZH). O topo do núcleo está definido a + 2,20 (ZH), servindo de base ao prolongamento horizontal do manto com espessura igual à do talude. Sendo uma solução com raio igual à meia distância do perfil adoptado para o tronco da obra de abrigo, não será necessário existir nenhuma zona de transição entre as duas partes da obra.

A solução adoptada é apresentada no Desenho 3, juntamente com os desenhos das três alternativas para a secção transversal do tronco. Está ainda incluída no Desenho 4.

4.4 Dimensionamento da passagem hidráulica

4.4.1 Dimensionamento da secção de entrada e saída de água

Como referido em 4.1, a necessidade de manter a qualidade da água no interior da bacia da marina leva a que se inclua no tronco do quebra-mar uma solução para passagem hidráulica. A sua localização e dimensionamento deverão tomar em consideração os seguintes pontos:

- Perturbação das condições de estabilidade das embarcações e plataformas flutuantes às quais estas estão amarradas;

- Perturbação da segurança na circulação no interior da bacia da marina;

- Condições de manutenção dos canais de passagem, em particular ao nível do assoreamento dos mesmos;

- Capacidade de renovação da água das zonas mais interiores da bacia.

A solução consistirá numa peça monolítica em betão simples, fabricável em estaleiro e com uma configuração similar à de uma aduela. A sua integração no tronco do quebra-mar implica que terá o seu limite superior situado à cota da MPMAV. O topo da peça é aberto, permitindo o eventualmente necessário escoamento da água em excesso.

Considera-se que existe um vasto volume de água com natureza permanente, que corresponde ao volume de água abaixo do MBMAV (+0,1 ZH), cuja renovação é realizada indirectamente através da mistura com o volume de água máximo que poderá entrar na bacia portuária, que resulta da variação da maré. Sendo estes volumes de água aquando da ocorrência de condições de MPMAV aproximadamente iguais, considera-se que será suficiente a variação de maré para efectuar a renovação do volume de água permanente, pelo que se dimensiona a passagem hidráulica para o volume máximo de variação de maré. O risco de obstrução desta estrutura aconselha a que a solução projectada permita o fácil acesso de um operador a esta via barcaça para proceder à sua manutenção e que possua um mínimo de dois canais de passagem, os quais deverão possuir tamanho suficiente para permitir a movimentação do operador no interior destes. A soleira destes canais deverá ter o seu topo a uma cota mínima igual ao MBMAV, ou seja, a +0,1 (ZH), procurando-se que os trabalhos de manutenção sejam realizados num ambiente o mais seco possível. Assim, a peça terá uma altura de 3,85 m da base da soleira ao topo, correspondente à amplitude da altura da água prevista no interior da bacia portuária.

A Tabela 15 resume os dados necessários para a determinação do volume de dimensionamento de cada canal.

Tabela 15 – Determinação do volume de água de dimensionamento da passagem hidráulica

$\mathbf{H}_{\text{água}}^{\text{MPMAV}}$ (m)	$\boldsymbol{A}_{\text{bacia}}$ (m²)	$\boldsymbol{V}_{\text{total}}^{\text{maré}}$ (m³)	$\boldsymbol{V}_{\text{dim}}^{\text{pass.}hidraulica}$ (m³)
3,85	100354	386363	193182

A definição do caudal de dimensionamento de cada canal depende do período total considerado para a renovação da água no interior da bacia da marina. Para tal ponderam-se dois cenários, correspondentes à renovação do volume total de água no período de subida de cada maré (T=6h) ou no decorrer do total do dia, ou seja, distribuída pelas duas subidas de maré diárias (T=12h). Este será definido de acordo com a expressão (4.4).

$$Q_{dim} = \frac{V_{\text{dim}}^{\text{pass.}hidraulica}}{T} \tag{4.4}$$

Em que:

Q_{dim} – caudal de dimensionamento de cada canal de passagem (m³/s);

$V_{\text{dim}}^{\text{pass.}hidraulica}$ – volume de dimensionamento de cada canal de passagem (m³);

T – período correspondente à subida da maré (s).

Utiliza-se a expressão (4.5) para o dimensionamento das secções de entrada e saída, designações dependentes do sentido da maré pelo que as secções nas extremidades da peça terão as mesmas dimensões. Estabelece-se que a secção será rectangular

$$Q_{dim} = v \times S \tag{4.5}$$

Em que:

v – velocidade de entrada da água na bacia de marina (m/s);

S – secção do canal de passagem (m²).

De forma a reduzir o espectro de possibilidades, define-se que a secção será rectangular, facilitando o fabrico da peça e a movimentação no seu interior do operador encarregado da sua manutenção. A solução adoptada consistirá numa peça com três paredes verticais, as duas laterais com secção transversal aproximadamente trapezoidal e um septo central, travadas no topo por vigas de secção 0,5 x 0,5 m nas extremidades das paredes e no centro. Tal faz com que a altura da secção se reduza a 3,35 m. Estipula-se que os canais deverão ter uma largura mínima de 1,5 m de forma a permitir a manipulação de ferramentas para remoção de detritos e areias de forma apropriada.

O controlo da velocidade de entrada assume uma relevância particular a nível da perturbação das condições no interior da bacia da marina. Como referido anteriormente em 3.3.1 e em 4.1, o confinamento criado pela obra de abrigo associado à reflexão da ondulação nesta implica que a velocidade de circulação no interior da bacia se pode tornar num factor de instabilidade. Da mesma forma, a entrada de água através da passagem hidráulica poderá motivar problemas da mesma ordem. Sendo o limite actual para a velocidade de circulação na bacia portuária de 3 nós marítimos [1], considera-se que a passagem hidráulica deverá ser dimensionada para um valor igual ou menor que este.

Apresentam-se na Tabela 16 os cálculos efectuados para o dimensionamento da secção, considerando os dois períodos de renovação referidos e velocidades de entrada na bacia de 2, 2,5 e 3 nós marítimos.

Tabela 16 – Determinação da largura da secção do canal de passagem

	T = 6 h			T = 12 h		
	v_{max} = 3 nós	v_{max} = 2,5 nós	v_{max} = 2 nós	v_{max} = 3 nós	v_{max} = 2,5 nós	v_{max} = 2 nós
Q (m^3/s)	8,94			4,47		
v (m/s)	1,54	1,29	1,03	1,54	1,29	1,03
S (m^2)	5,8	7,0	8,7	2,90	3,48	4,35
h (m)	3,35			3,35		
b (m)	1,7	2,1	2,6	0,9	1,0	1,3

Comparando os valores obtidos, dá-se preferência às secções obtidas para T=6h visto associarem uma maior taxa de renovação a secções de manutenção mais simples. As larguras de secção possíveis para T=6h presumem condições de MPMAV, sendo necessário ponderar o comportamento dos canais na ocorrência de menores marés. Sendo a tendência da velocidade de escoamento no interior do canal de passagem para diminuir com alturas de água menores, a escolha de uma secção excessivamente larga acabará por implicar velocidades baixas demais e, consequentemente, maior assoreamento do canal. Assim, adopta-se uma largura de 2,1 m para os canais de passagem, correspondente a uma velocidade de 2,5 nós marítimos.

4.4.2 Definição da passagem hidráulica e do perfil transversal modificado

A passagem hidráulica será colocada na zona da secção transversal do tronco mais profunda, numa depressão com fundos a uma cota de -3,6 (ZH), localizando-se na extremidade do quebra-mar antes de este curvar em direcção ao molhe sul. Desta forma, a entrada da água na bacia de marina dar-se-á numa zona mais interior da bacia e relativamente afastada das áreas ocupadas pelos passadiços flutuantes. A maior profundidade desta zona gera um volume de água capaz de atenuar de forma mais eficaz o impacto da entrada da água na bacia da marina,

tendo a vantagem adicional de criar um maior afastamento entre o fundo e a peça que a diminuir a velocidade de assoreamento dos canais de passagem.

A adaptação do perfil transversal do quebra-mar para incluir a passagem hidráulica implica que as dimensões da própria peça estejam limitadas pela geometria do quebra-mar. A passagem hidráulica terá uma base de 12 x 7,4 m, tendo a soleira uma espessura de 0,5 m na zona interior e 0,3 m na periferia. Como referido em 4.4.1, as paredes exteriores são aproximadamente trapezoidais em secção transversal, com extremidade rectangular de 1,25 x 0,5 m e declive 1:8 (H:V) no desenvolvimento dos restantes 2,6 m da secção, enquanto o septo central terá uma secção de 3,85 x 0,5 m. O limite exterior do topo desta estrutura terá em planta as dimensões 10,3 x 5,7 m, respectivamente em comprimento e largura. Estas secções são apresentadas nos cortes A-A´, B-B´ e C-C´ do Desenho 4.

Observando a peça integrada no tronco do quebra-mar, o perfil transversal modificado conserva o embasamento em TOT com espessura mínima de 1 m, bem como a mesma solução para o núcleo e manto de protecção, estando estes limitados verticalmente a uma cota máxima de +0,1 (ZH). A colocação da peça em posição central permite manter uma distância de salvaguarda de 1,8 m entre o limite do talude e a extremidade da base da passagem hidráulica, o que gera maior estabilidade aquando da solicitação do topo do manto pela água em movimento através da passagem hidráulica.

4.5 Considerações finais

A apresentação da solução final no Desenho 4 reúne o conjunto de perfis transversais de pormenor relativos às diferentes componentes consoante os fundos existentes ao longo do desenvolvimento da obra de abrigo, bem como as várias pormenorizações da passagem hidráulica e da cabeça do quebra-mar.

Será importante ter em conta que a proposta apresentada para a passagem hidráulica, em concreto as dimensões das paredes, vigas e soleira desta, é estimada a partir de obras de pequenas retenções hidráulicas em rios, canais e reservatórios, cenários que têm em conta o movimento da água mas não o efeito das ondas. Assim, deixa-se a ressalva que, aquando da execução do projecto de pormenor, as dimensões deverão ser revistas quer no caso de se manter uma solução em betão simples como no caso de se alterar esta para betão armado.

Aprofunda-se no capítulo 6 a planificação dos fundos da bacia em que estes desenhos se baseiam. Os perfis relativos à amarração do quebra-mar ao terrapleno interior serão dimensionados e apresentados no capítulo 5.

5 Dimensionamento das retenções marginais dos terraplenos

5.1 Dimensionamento do perfil transversal tipo

5.1.1 Definição da onda de projecto e dimensionamento do manto de protecção

A criação de novas áreas de amarração de embarcações implica a criação ou remoção de uma extensão de terrapleno suficiente para permitir, respectivamente, o acesso e amarração a terra das novas plataformas flutuantes ou a expansão da bacia portuária para a sua colocação. Em ambas as situações será necessário recorrer a retenções marginais para confinar e proteger o terrapleno da acção das ondas, sendo assim essenciais para garantir a sua estabilidade e, consequentemente, também a de tudo a que o terrapleno serve de base.

O perfil transversal tipo aplicado originalmente na construção da marina da Povoa, exibido no Desenho 11 sob a designação de Alternativa 1 e descrito extensivamente em 2.2.3, consiste numa solução de enrocamento em talude com declive 3:2 (H:V). Esta hipótese, exibida com ligeiras alterações ao original para se adaptar aos níveis de maré máximo e mínimo considerados no presente estudo, é constituída por um sub-manto e pé de talude em TOT sobrepostos por um manto de protecção em enrocamento com uma gradação entre 0,5 e 1,5 kN. Esta solução terá influência directa sobre todas as hipóteses adicionais consideradas, não apenas pela fiabilidade evidenciada por esta no seu período de existência como pela necessidade de harmonizar visual e funcionalmente a opção tomada com o que já existe. Esta condição junta-se ao conjunto de parâmetros que regem a escolha do perfil transversal da obra de abrigo, enunciados previamente em 4.1, para definir o conjunto de requisitos a cumprir pelo perfil transversal tipo escolhido para a retenção marginal.

Tal como apresentado em 2.2.3., o estudo apresentado por Pipa (2008) e referido por CEHIDRO (2009) aponta para agitação marítima no interior da bacia da marina da Povoa com alturas de onda de 1,4 m com a existência de uma obra de abrigo interior na bacia do porto da Povoa de Varzim, agitação essa que considera as condições extremas de temporal fora da bacia portuária já enunciadas tanto no capítulo invocado como em 4.1. Embora se preveja que apenas se registem ondas com estas características na zona da entrada da bacia da marina, considera-se que se deve manter a mesma tendência conservativa que se tem seguido até a este ponto e estabelecer uma onda de projecto de valor superior ao estimado, pelo que se segue o principio adoptado em 4.1 e se estabelece a onda de projecto no seguinte valor:

$$H = 1{,}5\ m$$

Atendendo à necessidade de diminuir a área de implantação da retenção marginal, exploram-se dois cenários distintos para a concepção do perfil marginal:

- a alteração do declive do talude do perfil transversal para 4:3 (H:V), como adoptado para as Alternativas 2 e 3, a qual levará a um manto de protecção com as características apresentadas em seguida, calculadas recorrendo as expressões (4.1) e (4.3).

$$W_{manto}^{ext} = \frac{2,6 \times 1,5^3}{2 \times (\frac{2,6}{1,023} - 1)^3 \times \frac{4}{3}} = 0,83\ tnf = 8,3\ kN$$

$$6,5 \leq W_{manto}^{ext} \leq 10\ [kN]$$

$$r_{manto}^{ext} = 2 \times 1 \times \left(\frac{0,83}{2,6}\right)^{1/3} = 1,37\ m \approx 1,4\ m$$

Tal como anteriormente estabelecido para o dimensionamento da obra de abrigo, o peso dos blocos do sub-manto será um décimo dos do manto. Assim, o peso dos blocos e a espessura da camada serão os apresentados de seguida.

$$0,65 \leq W_{sub-manto}^{ext} \leq 1,0\ [kN]$$

$$r_{sub-manto}^{ext} = 2 \times 1 \times \left(\frac{0,083}{2,6}\right)^{1/3} = 0,63\ m \approx 0,65\ m$$

- a manutenção do declive do talude em 3:2 (H:V) utilizado no perfil original, como observável na Alternativa 4. As características do manto de protecção são calculadas de forma similar.

$$W_{manto}^{ext} = \frac{2,6 \times 1,5^3}{2 \times (\frac{2,6}{1,023} - 1)^3 \times \frac{3}{2}} = 0,74\ tnf = 7,4\ kN$$

$$6 \leq W_{manto}^{ext} \leq 9\ [kN]$$

$$r_{manto}^{ext} = 2 \times 1 \times \left(\frac{0,74}{2,6}\right)^{1/3} = 1,30\ m$$

Apresentam-se o peso e a espessura dos blocos do sub-manto para este caso, determinados da mesma maneira que no caso anterior.

$$0,6 \leq W_{sub-manto}^{ext} \leq 0,9\ [kN]$$

$$r_{sub-manto}^{ext} = 2 \times 1 \times \left(\frac{0,074}{2,6}\right)^{1/3} = 0,61\ m \approx 0,65\ m$$

Comparando com a gradação do enrocamento utilizado no perfil existente, verifica-se que dos resultados obtidos decorrem intervalos que se encontram dentro da gradação utilizada originalmente, inclusivamente revelando maior precisão que este pela sua menor amplitude.

Assim sendo, considera-se válido o valor adoptado para a onda de projecto, apesar do possível excesso de zelo na sua determinação.

5.1.2 Apresentação e discussão de alternativas

A partir do conjunto de condições referidas e cálculos efectuados em 5.1.1 elaboraram-se 3 cenários alternativos ao perfil transversal das retenções marginais da marina da Povoa. Apesar de esta se ter revelado uma solução competente no seu período de vida, correspondente a cerca de 14 anos, e das condições de agressão tenderem a diminuir com a introdução da obra de abrigo, o perfil transversal tipo existente foi concebido assumindo condições de agitação com um grau de severidade inferior ao verificado ao longo da sua relativamente curta existência e para um terrapleno por construir e sem constrições ao nível do espaço disponível. Na situação presente, procura-se uma solução com maior capacidade de amortecimento da energia das ondas e maior segurança e durabilidade, através de menor necessidade de manutenção, mas que minimize a área ocupada pela solução de forma a permitir espaço de manobra suficiente às embarcações, em particular na zona 2 da bacia da marina.

A Alternativa 2 e a Alternativa 3 correspondem aos cenários que procuram reduzir a superfície ocupada ao estabelecer um declive de 4:3 (H:V) para o talude. Enquanto a Alternativa 2 se caracteriza por ser uma solução mais resiliente e complexa, que inclui um núcleo em TOT, sub-manto e manto de protecção com as características apresentadas em 5.1.1., a Alternativa 3 será uma modificação da solução original.

A Alternativa 2 distingue-se por não utilizar o aterro directamente para suportar as camadas de protecção, recorrendo para tal uma solução em TOT que conjuga um prisma, com topo colocado a +1 (ZH) e com taludes com declive 4:3 (H:V), que serve de base a um talude em TOT com o mesmo declive e uma espessura mínima de 1 m. Também existem diferenças ao nível do pé de talude, dispensando-se o manto a partir de uma cota inferior a -1,45 (ZH) e prolongando o sub-manto e o prisma em TOT em duas banquetas horizontais, cada uma delas mantendo uma margem de 1 m em relação ao limite da camada que se lhe sobrepõe. Sendo uma solução que exige maior espaço devido à componente em TOT., reduz-se a margem à viga de betão simples no topo do manto para 0,5 m.

As restantes hipóteses – Alternativa 3 e Alternativa 4 – consistem em optimizações da solução aplicada no terrapleno com diferentes declives para o talude. Ambas se distinguem da Alternativa 1 por empregarem enrocamento com a gradação calculada para os respectivos sub-mantos para constituir o já descrito pé de talude e por se optar pela colocação de duas camadas de enrocamento no manto de protecção, com espessura individual igual ou muito próxima da do manto na solução original e um menor espectro de pesos de enrocamento empregue. A diferença entre elas prende-se essencialmente no declive do talude e, consequentemente, na área ocupada.

Considerando que o perfil a adoptar nunca deverá ser um motivo para a redução do número de postos de amarração criados na zona 2, concretamente por se estar a colocar retenções marginais numa zona com fronteiras muito bem definidas e assim se correr o risco de estrangular o canal de saída dos barcos. Tal teria como consequência a redução do tamanho dos passadiços nesta zona e levaria a um menor rendimento global da solução adoptada para o *layout* da marina. Tal questão tem menor relevância ao nível da zona 1, visto se ter maior liberdade para modelar o terrapleno em função do canal de passagem e dos passadiços flutuantes.

Sendo a Alternativa 3 aquela que, considerando a remoção de parte do terrapleno na zona 2 e a construção do aterro primário onde se apoiam o manto e sub-manto, permite uma maior poupança de espaço no espelho de água e ao mesmo tempo se revela como o tipo de solução mais económica praticável em relação ao grau de estabilidade e segurança por si oferecido, pelo que se opta por esta solução para o perfil transversal tipo das retenções marginais. As quatro alternativas são apresentadas no Desenho 5.

5.2 Definição do perfil transversal modificado para a zona de amarração dos pontões ao terrapleno

A ligação entre os passadiços flutuantes e o terrapleno é assegurada através de rampas de acesso metálicas, com referido anteriormente. Tal implica que exista uma interrupção no perfil transversal da retenção marginal que permita a conveniente fixação da rampa metálica e liberdade de movimento em torno do eixo de rotação. Esta foi concretizada no projecto original sob a forma de uma solução em betão armado do tipo caixotão, com secção em planta trapezoidal cuja base maior tem 3,7 m e base menor tem 2 m, afastadas 5 m entre si. O corte transversal desta peça revela que as paredes têm uma espessura de 0,3 m e que o interior é composto por dois espaços ocos de volume aproximadamente igual, separados por um istmo vertical descentrado com uma espessura de 0,3 m, que são preenchidos por rachão. A extremidade onde se fixa a rampa de acesso é encimada por uma viga de encabeçamento em betão armado com secção 1 x 0,8 m, na qual está inserida uma ranhura de 0,3 m de altura por 0,5 de largura por 1,2 m de comprimento para a fixação da rampa, sendo esta colocada numa posição central.

Esta peça é aplicada num perfil transversal que procura integrar-se da melhor forma na retenção, modificando o prisma de pé de talude de forma a torna-lo num embasamento de fundação ao caixotão de betão. O topo deste embasamento é colocado a -1 (ZH), com uma largura suficiente para permitir a existência de uma banqueta de 1 m no lado interior ao caixotão e a colocação do sub-manto na face exterior, sobre a qual se apoia parte do manto de protecção. Esta protecção na zona do fundo destina-se a assegurar a estabilidade da peça, procurando-se evitar a infra escavação e desgaste do embasamento. A face interior do

caixotão está afastada 0,5 m da viga de betão simples, sendo a solução no interior similar ao perfil transversal tipo ao manter o aterro primário e o enrocamento no topo deste de forma a garantir uniformidade na execução da retenção marginal, seguindo o exemplo do que foi realizado originalmente nas zonas da retenção onde existem caixotões para a colocação de rampas de acesso.

Como referido anteriormente em 3.3.1, a rampa de acesso terá de respeitar uma inclinação máxima de 1:4 (H:V). O comprimento da rampa terá de se reger pelo desnível entre a cota de colocação do eixo de rotação, aproximadamente ao nível do terrapleno (+5 ZH), e a superfície da plataforma flutuante quando esta se encontra ao nível do MBMAV. Considerando a distância entre a superfície da água e o topo do passadiço, bem como o afastamento imposto pelos apoios da rampa nos dois extremos, o desnível será reduzido para aproximadamente 4,2 m. Assim, adopta-se um comprimento de rampa de 18 m.

Embora exista a possibilidade de ajustar o terrapleno em planta de forma a permitir a utilização desta solução na zona 1, especialmente no caso do conjunto de passadiços que se alinha com os passadiços 4, 5 e 6, a aplicação do perfil descrito na zona 2 revela-se problemática, implicando o deslocamento do passadiço flutuante principal e o consequente estreitamento do canal de acesso das embarcações aos postos de amarração num tal grau que obriga à redução do comprimento dos passadiços nesta zona, com as consequências já referidas. Assim, estudou-se uma solução que permita a colocação lateral da rampa de acesso, reduzindo o espaço necessário e viabilizando a solução projectada. Esta consistirá num caixotão de 11 x 6 m em planta, com uma rampa metálica a surgir da extremidade de cada uma das faces laterais. A largura da peça advém da necessidade de ter espaço de manobra suficiente para a colocação das rampas metálicas sem que tal afecte a comodidade de movimento e a segurança dos que as utilizam. A instalação de duas rampas equilibra e simplifica o acesso dos nautas aos passadiços flutuantes, facilitando a acessibilidade destes às suas embarcações e, consequentemente, permitindo uma evacuação mais eficaz no caso de acidente numa embarcação ou nos passadiços.

Esta segunda solução partilha muitas das características da primeira, como a utilização das mesmas espessuras para paredes e soleira, a divisão interna em diferentes espaços a preencher com rachão ou a utilização de vigas de encabeçamento com ranhuras para a fixação dos apoios das rampas metálicas similares. A distribuição dos volumes de preenchimento com rachão no interior do caixotão diferencia-se por se definirem três divisões ocas de igual volume no centro do caixotão, com secção em planta de 5,4 x 2 m, colocando-se nas extremidades os dois espaços de menor volume, com secção em planta de 5,4 x 1,6 m, pretendendo-se desta forma gerar maior estabilidade para a peça. A colocação lateral das rampas leva a alteração da viga de encabeçamento, estendendo-se esta à totalidade da aresta correspondente ao limite exterior do compartimento oco mais afastado do terrapleno, visto ser necessário fixar um

guarda corpos metálico no topo da face exterior de molde a garantir a segurança dos utilizadores.

O perfil transversal modificado para a inclusão desta peça não sofre grandes alterações ao utilizado, mantendo-se a colocação do caixotão sobre um embasamento em enrocamento com 1 m de espessura, cuja gradação será a mesma da do prisma de pé de talude do perfil transversal tipo. Tal como na primeira solução, a parte interior do perfil que contacta com a peça é mantida sem alterações, aplicando-se um filtro geotêxtil contra as faces de contacto do aterro com o caixotão para impedir fenómenos de escavação lateral e consequente instabilização da junta de ligação do caixotão ao aterro. Sendo uma solução com maior comprimento que a anterior, promove-se uma transição no manto de protecção da retenção marginal que contacta com o caixotão para estender este em redor da sua parte inferior, protegendo assim o embasamento de potenciais problemas de infra escavação e consequente instabilização do equilíbrio da estrutura.

Embora se tenha previsto originalmente a aplicação do tipo de caixotão original para os dois conjuntos de passadiços da zona 1, a posterior ponderação relativamente ao afastamento que esta solução impõe entre o terrapleno e os passadiços levou a que se projectasse um terceiro tipo de caixotão para o conjunto de passadiços alinhados com os passadiços 1, 2 e 3, que se baseia no tipo de adoptado para a zona 2. A manutenção da escolha original na área de amarração a norte da referida prende-se com a interacção destes passadiços com o intradorso da obra de abrigo interior, que dificultaria a manobra das embarcações no processo de entrada e saída do seu respectivo posto de amarração.

Tal como a segunda solução, esta terceira será prismática, cujas dimensões em planta serão 9 x 4 m, e terá 5 espaços internos ocos a preencher com rachão. Mantêm-se os 3 espaços centrais de igual volume, cujas dimensões em planta são reduzidas para 3,4 x 1,6 m, e 2 espaços de menor volume nas extremidades, com dimensões em planta 3,4 x 1,2 m. Alem das menores dimensões, esta terceira solução diferencia-se da segunda por contar apenas com uma rampa metálica, que é fixada numa ranhura na berma esquerda e orientada obliquamente face à perpendicular desta, o que leva a que se insira uma viga de encabeçamento de 1 x 1 m apenas na face esquerda, prolongada até ao limite do espaço oco central, e na face frontal. Aplicaram-se a esta solução as mesmas espessuras que foram assumidas para as paredes e laje de fundo na segunda solução.

Apresentam-se as três soluções no Desenho 8. A altura dos diferentes caixotões estará directamente ligada à cota dos fundos da bacia na zona de inserção destes. Tal será abordado no capítulo correspondente ao plano de dragagens.

5.3 Definição do perfil transversal de transição entre a obra de abrigo e a retenção marginal

A amarração da obra de abrigo ao terrapleno criado no intradorso do molhe sul tem a si associada não apenas uma relevante diferença de cotas, estando o terrapleno definido a +5 (ZH) e o topo do quebra-mar a +3,95 (ZH), como um problema de confinamento do terrapleno em duas frentes distintas. Tendo este uma face voltada para a bacia portuária e outra para a bacia da marina, tal implicará que se defina um perfil transversal misto, capaz de combinar as características do extradorso do quebra-mar com o perfil transversal da retenção marginal.

Como observável na planta incluída no Desenho 7, a transição da obra de abrigo para o terrapleno implica um alargamento que não obedece a qualquer simetria, sendo este mantido apenas no seu início. O prolongamento do perfil exterior do quebra-mar ao longo da face exterior do terrapleno será feito sem implicar grandes alterações do ponto de vista de um observador externo, colocando-se uma viga de betão simples de encabeçamento com secção de dimensões 1,05 x 0,8 m para permitir nivelar o topo desta componente do perfil até +5 (ZH). A transição no interior será mais complexa, não apenas pela curvatura mas pela evolução de um tipo de perfil para outro bastante diferente. Tal leva a que progressivamente se eleve a cota do topo na parte terminal do quebra-mar, com um declive 3:1 (H:V), bem como modificando a parte inferior do perfil, visto que o declive do talude é o mesmo.

Outra questão relevante passa pelo material de enchimento do terrapleno. A exposição directa à agitação na face exterior aumenta o risco de instabilidade de aterro de solo incoerente similar ao empregue nos terraplenos existentes, em particular se se retirar o núcleo de enrocamento. Assim, define-se que será utilizado TOT para enchimento do terrapleno nesta faceta, cobrindo o interior na totalidade da zona de amarração. Assim, será necessário adaptar o perfil do quebra-mar à presença deste núcleo alargado de TOT, o que se concretiza pela manutenção do manto com exactamente as mesmas características das do quebra-mar mas definindo um sub-manto com o mesmo tipo de enrocamento do núcleo do quebra-mar e espessura igual à calculada em 4.2.1.1, ou seja, 0,75 m. Mantem-se o embasamento em TOT, que consistirá neste caso de um prolongamento do núcleo. O topo do manto terá uma largura de 2 m até à viga de betão simples, em conformidade com o que foi feito anteriormente no caso da cabeça do quebra-mar. As modificações no lado interior limitam-se ao apoio do perfil da retenção marginal no núcleo de TOT, mantendo as características enunciadas sem qualquer alteração. A aplicação do enchimento em TOT termina a uma distância de 60 m da face exterior do terrapleno, passando-se a empregar o mesmo tipo de solo incoerente já referido.

Os perfis transversais correspondentes a esta componente são apresentados no Desenho 7. Será importante referir que estes perfis correspondem a um corte composto não linear, como se pode ver na planta apresentada e na indicação do eixo vertical de mudança de direcção no próprio perfil, o que deverá ser tido em conta na aplicação da solução.

5.4 Considerações finais

Tal como no caso da obra de abrigo, a aplicação das soluções encontradas estará dependente dos fundos naturalmente existentes ou que foram criados para o efeito, o que será explorado no capítulo 7, que apresenta o plano de dragagens estabelecido. Também será afectado pela existência de estruturas definitivas na zona 2, o que leva à necessidade de fazer adaptações no processo de colocação da retenção marginal. Estes pormenores são expostos nos diversos cortes transversais apresentados no Desenho 6, Desenho 7 e Desenho 8.

6 Selecção da estrutura flutuante de amarração

6.1 Critérios de selecção do tipo de passadiços flutuantes a utilizar

A prévia definição no capítulo 3 da configuração da expansão das estruturas flutuantes de amarração obriga a que se estabeleçam os critérios de dimensionamento e respectivos limites que o equipamento escolhido deverá verificar de forma a garantir a estabilidade e segurança dos utilizadores da marina, das embarcações e dos diversos bens transportados através dos passadiços no sentido de os abastecer e ou dos quais os seus proprietários têm necessidade de depositar em terra.

Os equipamentos englobados neste conjunto incluem não apenas os pontões flutuantes mas também os já referidos *fingers*, que permitem o acesso lateral aos barcos e separam os espaços de amarração, e as rampas de acesso aos passadiços flutuantes, que promovem a conexão dos passadiços ao terrapleno. A estabilidade da solução no seu conjunto depende da capacidade dos equipamentos flutuantes resistirem mecanicamente às cargas aplicadas e de manterem o equilíbrio.

As principais acções exercidas sobre os diversos elementos distinguem-se, segundo quer PIANC (1997) como Tobiasson e Kollmeyer (2000), em acções que geram esforço horizontal sobre as estruturas e acções que as carregam verticalmente. Dentro dos esforços verticais, associados às cargas próprias dos passadiços e à variabilidade de existência de pessoas e equipamentos sobre estes, encontram-se dois tipos de acção:

- Cargas Estáticas

  - Peso próprio das plataformas, acessórios, equipamentos e flutuadores, referido na bibliografia internacional como “dead load”;

  - Sobrecargas, referidas como “live load”, que podem ser de distribuição uniforme ou de aplicação em apenas metade da largura do pontão, recomendando-se valores entre 1,5 e 2 kN/m^2 para ambas as situações;

- Cargas Dinâmicas

  - Sobrecarga de aplicação em meia largura da plataforma, sendo recomendado igualmente neste caso que o seu valor se encontre entre 1,5 e 2 kN/m^2;

  - Carga concentrada de aplicação em qualquer ponto da plataforma, que se deverá considerar entre 2 e 4,5 kN;

Os esforços horizontais, relacionados com o meio de inserção destas estruturas, englobam as acções geradas pelos seguintes elementos:

- Efeito do vento, que se considera em modelo de cálculo como uma acção horizontal uniformemente distribuída que está aplicada perpendicularmente ao eixo do pontão e assume valores entre 1,3 e 2,5 kN/m consoante a classe de comprimento da embarcação;

- Efeito das correntes e agitação marítima existentes na bacia portuária, cujo dimensionamento será realizada de forma mais correcta através da aplicação do método observacional ou pela concepção de um modelo físico ou computacional que simule os fenómenos observados;

- Esforços gerados pela interacção entre os passadiços e as embarcações, nos quais se englobam os impactos que ocorrem na atracagem em postos de amarração livres e os esforços gerados pela amarração de barcos aos passadiços em postos ocupados. A transposição para modelo de cálculo deste efeito assume ambas as situações como cargas horizontais aplicadas perpendicularmente ao eixo vertical dos passadiços, definindo os esforços referidos no primeiro caso como cargas concentradas de valor entre 2 e 4 kN e os do segundo como cargas horizontais uniformemente distribuídas com valor entre 1 e 2,5 kN/m.

Segundo PIANC (1997), os critérios de dimensionamento a cumprir no desenvolvimento e aplicação de um pontão flutuante são:

- Resistência mecânica da componente estrutural, devendo esta cumprir os critérios de estado limite último (E.L.U.) e de estados limites de serviço (E.L.S.) a si associados, em particular nos E.L.S de deformação e vibração;

- Flutuabilidade do pontão, sendo o critério neste caso não apenas a garantia da não submersão do pontão quando actuado pelas diversas acções verticais já descritas mas ainda a verificação permanente de uma altura mínima de bordo livre de 0,5 m;

- Estabilidade global do pontão, devendo assegurar-se a manutenção fora de água da estrutura quando sob a acção de uma sobrecarga uniformemente distribuída de 2 kN/m^2 aplicada em metade da sua largura;

- Inclinação do pontão, recomendando-se que este atinja no máximo uma inclinação de 15º quando sob a acção de uma sobrecarga uniformemente distribuída de 2 kN/m^2 aplicada em metade da sua largura e sem que tenha a si amarrado qualquer *finger* ou embarcação. Em conformidade com o critério da flutuabilidade, deverá ser garantida a não submersão do perfil do bordo que inclina em direcção à água;

- Oscilação global do pontão, considerando-se que a estabilidade da estrutura sob a acção da circulação dos seus utentes apenas será assegurada se o período de oscilação desta for superior a um segundo quer para a que ocorre no sentido longitudinal do pontão como para a que ocorre transversalmente a este – $T_{\text{oscilação long.}} = T_{\text{oscilação trans.}} = 1s$.

Sublinha-se por fim que, dada a classificação destas estruturas como equipamento, o conjunto de critérios apresentados neste subcapítulo tem o propósito de orientar a escolha do modelo de passadiço a utilizar dentro da oferta existente no mercado e não o de certificar a aptidão de algo construído em exclusivo para esta obra, razão pela qual não se apresentam cálculos que confirmem a fiabilidade do equipamento. As especificações em questão são resumidas no caderno de especificações apresentado em anexo a esta memória.

6.2 Estudo da fixação da estrutura flutuante

6.2.1 Definição do tipo de estrutura de fixação

A utilização de uma estrutura flutuante para a amarração de embarcações implica necessariamente a fixação da sua posição em planta, a qual foi anteriormente estabelecida em 3.3.3, mas permitindo que esta oscile com a variação da maré. Como referido em 2.4, o método utilizado originalmente para tal consistiu na fixação de várias estacas metálicas tubulares ao fundo rochoso, que serão ligadas aos passadiços flutuantes através de guias metálicas a eles fixadas, impedindo assim os deslocamentos horizontais.

O sucesso da solução existente no período de vida corrente na marina da Povoa de Varzim, especialmente tendo em conta os problemas recorrentes com agitação excessiva para o tipo de equipamento existente, opta-se por recorrer à mesma solução. Tal justifica que se sigam várias das opções tomadas no projecto original (HP, 1991):

- Perfil metálico: Tubo oco de secção circular;

- Cota superior das estacas: +5,5 (ZH);

- Ficha média da estaca a encastrar com betão no fundo rochoso: 5 m, resultante de um intervalo entre 4,5 e 5,5 m.

Atendendo à condição de anteprojecto do presente trabalho, em conjunção com a falta de dados geológicos para grande parte da bacia, leva a que se opte por efectuar um pré-dimensionamento do perfil metálico a aplicar na situação mais desfavorável e aplicar esse mesmo perfil em todos os pontos de fixação das plataformas flutuantes. O cenário considerado para este pré-dimensionamento será o de uma estaca fixada na zona mais profunda da bacia portuária, com fundos a -3,5 (ZH), onde são colocadas embarcações da classe VI (L_{ff} <18 m).

O número total de estacas e a sua distribuição em planta das estacas, segundo Tobiasson e Kollmeyer (2001), deverá respeitar um rácio entre os 5 e 8 postos de amarração por estaca de fixação, consoante a classe de embarcações estacionadas na área de influência desta. É prática comum a adopção de uma distância entre estacas que varie entre 12 e 24 m, consoante a classe de embarcações.

6.2.2 Definição das acções de cálculo

Considera-se que o dimensionamento da estrutura depende das seguintes acções externas:

- <u>Acção do Vento</u>

A acção do vento será definida respeitando as cláusulas definidas no Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (Decreto-Lei n.º 235/83, de 31 de Maio).

Utiliza-se a expressão 6.1 para o cálculo da acção do vento sobre as embarcações amarradas aos passadiços.

$$S_{wk} = \delta_f \cdot W_k \cdot A \qquad (6.1)$$

δ_f – Coeficiente de força (δ_f =1,2);

W_k – Valor característico da pressão dinâmica do vento (kN/m^2);

A – Altura associada às embarcações (m).

Assumem-se as seguintes características para a zona onde se insere a estrutura:

- Localização: zona B, em faixa costeira de 5km largura, conforme o artigo 20º

- Rugosidade tipo II, conforme o artigo 21º

- Altura acima do solo $\leq$ 10.0 m

A determinação de W_k leva a que se considerem adicionalmente os seguintes factores:

- Forma da secção: rectangular, d/a$\geq$4

- Esbelteza: h/d$\leq$1

Com base nestes dados, determina-se um valor característico da pressão dinâmica do vento de W_k = 0,9 x 1 x 1,2 = 1,08 kN/m2. Este valor representa as condições de pressão incidentes sobre a obra perante um vento extremo da ordem dos 100 km/h.

Admitindo uma altura para embarcações da classe VI de A = 3,5m, obteve-se o seguinte valor para a acção do vento nesta zona de S_{wk} = 1,2 * 1,08 * 3,5 = 4,54 kN/m.

- <u>Acção da Agitação</u>

Considerando que a protecção dada pela obra de abrigo interior reduz a agitação na bacia da marina a um valor residual, provocado por difração da agitação em torno da cabeça do quebra-mar ou pela circulação das embarcações nesta zona, assume-se que esta não será relevante.

- Acção de Choque

Seguindo as indicações de PIANC (1997), a acção de choque será representada por uma carga de 1kN por m de pontão.

- Combinação de Acções

Seguindo a indicação do R.S.A., a combinação mais desfavorável das acções será calculável através da expressão (6.2):

$$S_d = 1.5 \times (S_{wk} + 0.4 \cdot S_{wvk}) \qquad (6.2)$$

Assim, a estrutura será sujeita a uma carga distribuída horizontalmente aos passadiços de valor S_d = 1,5 x (4,54+ 0,4 x 0) = 6,80 kN/m.

6.2.3 Pré-dimensionamento das estruturas de fixação

Com base nas acções de cálculo definidas em 6.2.2, apresenta-se neste ponto o modelo de cálculo adoptado, as expressões utilizadas para o cálculo do momento máximo efectivo e as verificações realizadas para garantir a segurança de um perfil metálico tubular com classe do aço e diâmetro pré-definidos.

Assume-se que a estrutura terá comportamento similar ao de uma consola, considerando que o encastramento no fundo rochoso é efectivo. Esta será carregada por uma carga concentrada P, aplicada horizontalmente face à estaca e que consiste na reacção do anel metálico de ligação às plataformas flutuantes sobre esta. O valor da carga P resulta da aplicação da carga S_d num determinado comprimento de influência (L_{inf}), resultante da distribuição definida em 6.2.1.

$$P = S_d \cdot L_{\inf} \qquad (6.3)$$

O cenário mais exigente do ponto de vista da segurança da estaca será em situação de MPMAV, quando a plataforma flutuantes está no ponto mais elevado do intervalo de oscilação e, consequentemente, o anel de ligação estará sensivelmente a uma cota de impacto de +4,1 (ZH).

Estipula-se como hipótese inicial a utilização de tubos metálicos da classe S355GP, sendo a escolha baseada na prática comum para este tipo de obra. Considerou-se como primeira hipótese a utilização de perfis com 610 mm de diâmetro e 19,8 mm de espessura. As características do perfil e do carregamento são resumidas na Tabela 17.

Tabela 17 – Características do perfil metálico adoptado e da sua inserção

f_y (MPa)	D (mm)	e (mm)	I (mm^4)	W (cm^3)	M_{rd} (kN)	$Cota_{Topo}$ (ZH)	$Cota_{Fundo}$ (ZH)	$Cota_{Impacto}$ (ZH)
355	610	19,01	154252,25	5057,45	1795	5,5	-3,5	4,1

Como referido em 6.2.1, a ficha média de encastramento das estacas instaladas no projecto original é de 5 m. Utiliza-se o método de Blum, que se baseia no desenvolvimento de um impulso passivo e de um contra-impulso passivo, para confirmar a validade deste comprimento para a ficha média. Este é apresentado na expressão (6.4).

$$F = \frac{1.18 \cdot P}{D \cdot S_1}\left(1 + \sqrt{1 + \frac{1.88 \cdot D \cdot S_1 \cdot h_F}{P}}\right) \qquad (6.4)$$

F – ficha de encastramento (m);

P - acção horizontal na estaca (kN);

D – diâmetro da estaca (m);

h_F – braço da acção horizontal P desde o nível da fundação (m);

S_1 – tensão média admissível do solo, que poderá assumir dois valores distintos:

- 1080 kPa para o cenário de adesão entre rocha e betão C25/30;
- 200 kPa para o cenário de inserção em solo muito duro.

Determina-se através da aplicação da expressão (6.4) que a ficha média de encastramento estará limitada num intervalo entre 2,8 m (para S_1 = 1080 kPa) e 7,2 m (para S_1 = 200 kPa), cujo valor médio será 5 m, confirmando-se o valor estipulado inicialmente.

O cálculo do momento instalado é realizado recorrendo à expressão (6.5) e resumido na Tabela 18:

$$M_{sd} = P \cdot \left(h_S + \frac{F}{3}\right) \qquad (6.5)$$

h_S – braço da acção horizontal P até à superfície do terreno (m).

Em adição a estas verificações, efectuou-se o cálculo do valor da flecha máxima através da expressão (6.6):

$$f_{max} = \frac{P}{1,5} \cdot \frac{L_{Efec}^3}{3 \times E \times I} \tag{6.6}$$

Tabela 18 – Cálculo do momento máximo aplicado e verificação de segurança

$F_{Média}$ (m)	L_{Estaca} (m)	h_S (m)	W_k (kN/m^3)	A (m)	δ_f	S_w (kN/m^2)	K	S_d (kN/m)	L_{inf} (m)	P (kN)	M_{sd} (kN)	M_{sd}/M_{rd}	f_{max} (cm)
5	14	9,27	1,08	3,5	1,2	4,54	1,5	6,8	28	190,50	1765	0,98	10,60

7 Plano de dragagens e movimentos de terras

7.1 Definição da planta de dragagens e das áreas de aterro

A análise da natureza geológica e geomorfologica da bacia portuária do porto da Povoa de Varzim, abordada no ponto 2.3.2 e referenciada ao longo dos restantes capítulos deste estudo, levanta o problema de não existirem fundos apropriados para o amarração e circulação de embarcações em grande parte das áreas circundantes à bacia originalmente dragada para a implantação da Marina da Povoa, com excepção à depressão com fundos de cota inferior a -3,0 (ZH) que permite a entrada e saída de embarcações na marina. A introdução da obra de abrigo descrita no capítulo 4 inviabiliza este acesso, sendo por si só responsável pela necessidade de dragar um canal de acesso às zonas mais interiores da marina, sendo necessário que este contorne o quebra-mar tanto pelo interior como pelo exterior e que respeite as dimensões estabelecidas em 3.3.

A associação desta condicionante com o objectivo de expandir a oferta de postos de amarração nas duas zonas pré-estabelecidas em 3.1 – Zona 1 e Zona 2 – obriga ao desenvolvimento de um plano de dragagens e movimentos de terras que englobe as seguinte componentes:

- Modelação dos fundos em toda a bacia da marina da Povoa por dragagem e desmonte de rocha, expandindo a área navegável quer na área delimitada no intradorso do molhe sul e da obra de abrigo interior (Zona 1) como na zona de entrada na bacia da marina a norte do estaleiro (Zona 2). Tais trabalhos serão realizados permanentemente em meio marítimo, sendo necessário prevenir a utilização de dragas e outros recursos associados para a sua execução;

- Escavação da área correspondente à totalidade do estaleiro naval existente no terrapleno, que envolverá não apenas a remoção de aterro de solo incoerente como o desmonte e remoção de afloramentos rochosos, a remoção da rampa de varadouro e da retenção marginal que confere lhe protecção;

- Criação de um terrapleno no intradorso do molhe sul que amarre a terra tanto a obra de abrigo interior como a solução apresentada em 3.3 para o conjunto de passadiços flutuantes. O núcleo do terrapleno, conforme explicitado em 5.4, resulta de uma mistura de enrocamento na zona de amarração deste ao quebra-mar e aterro de solo incoerente na área mais interior;

- A amarração do quebra-mar ao terrapleno será reforçada pela criação de uma pequena praia por alimentação artificial no extradorso da zona de ligação entre estes. As razões para tal intervenção adicional são as seguintes:

- Existe a necessidade de conceber um talude absorvente em redor da zona mais sensível da estrutura que minimize o efeito que sobre esta terá a agitação gerada por difração em torno da cabeça do molhe sul, permitindo a dissipação de alguma energia das ondas antes de estas atingirem as retenções que protegem o terrapleno;
- A existência de um talude absorvente reduz efectivamente o coeficiente de reflexão do talude exterior da estrutura nesta zona, o que contribui para a segurança de circulação por se evitar a ocorrência de agitação cruzada na entrada do porto.

A expansão da área navegável nas duas zonas estará condicionada ao nível da área total a dragar pelas estruturas que a delimitam. No caso da Zona 1, o principal factor será o espaço assumido pelo novo terrapleno, em particular a posição e distância das retenções marginais do terrapleno face às estruturas flutuantes existentes. A determinação desta é realizada através de um processo iterativo em que se define primeiro a largura do canal de circulação entre as extremidades dos passadiços existentes na actualidade e dos que serão colocados no intradorso do molhe sul, que será de 25 m, estabelecendo a posição dos caixotões de amarração das rampas metálicas a partir da que é assumida pelos passadiços e, consequentemente, fixando a posição das retenções marginais e do próprio terrapleno. A área modelada na Zona 1 estende-se transversalmente desde o limite da bacia actual até sensivelmente ao limite do prisma de talude da retenção.

Centrando a atenção na Zona 2, o principal factor limitante à escavação do actual estaleiro naval consiste no edifício da recepção da marina da Povoa e, numa extensão menor, na existência de uma zona de estacionamento de automóveis junto desta e de um talude com alguma inclinação do lado da avenida marginal. Embora se possa remover parte da amarração e dos arruamentos e repor posteriormente, bem como estabilizar o talude no lado oposto com meios exteriores de forma a poder escavar a sua base, a proximidade do edifício é determinante para a definição do talude lateral e da retenção aplicada neste local. A posição pré-estabelecida da estrutura flutuante obriga a que se reduza a distância entre o limite do talude de escavação e a face da estrutura a 4 m, a qual é prolongada longitudinalmente para além do edifício até ao início da zona de amarração. Na área em redor da entrada na bacia, a manutenção de um canal de circulação implica a remoção da extensão inicial da componente inferior do talude da avenida marginal e da respectiva retenção marginal, sendo esta reposta após a conclusão do talude de escavação lateral do canal.

O processo de modelação do fundo da bacia portuária será realizado previamente face à obra de abrigo, pelo que esta não irá constituir um obstáculo à movimentação dos meios utilizados. De facto, o processo de construção incide na alteração do perfil transversal aplicado do quebra-mar interior em função da profundidade existente no desenvolvimento da sua

implantação, conforme se pode observar ao comparar a planta de dragagem – Desenho 9 – e os perfis transversais da obra de abrigo, apresentados no Desenho 4. De maneira similar, a aplicação da retenção marginal tipo nas diferentes zonas de terrapleno irá depender da profundidade estipulada da localização desta, como se apresenta no Desenho 6, Desenho 7 e Desenho 8.

Partindo da estipulação prévia da posição e extensão da obra de abrigo, define-se uma posição paralela para o canal de acesso à marina da Povoa, garantindo uma distância de cerca de 20 m ao quebra-mar nas zonas de menor escavação. A depressão do fundo da bacia portuária que serve actualmente de canal de acesso para a marina da Povoa, utilizada para colocar a passagem hidráulica no desenvolvimento do quebra-mar como estipulado em 4.4, será a área em que não haverá intervenção, sendo apresentada em planta como uma interrupção na plataforma em que se insere – Desenho 9.

7.2 Definição das secções transversais do fundo da bacia da marina

7.2.1 Estipulação da cota do fundo e dos declives dos taludes

A determinação da profundidade do fundo da bacia portuária depende directamente do calado máximo das embarcações que se prevê que amarrem nessa área e de uma folga – *buffer* – que se antevê necessária para acomodar problemas de sedimentação excessiva face ao requerido. As dimensões estabelecidas para as várias classes de embarcações em 3.1, em conjunto com a planta da configuração da marina (Alternativa 7, Desenho 2) são a base para a definição da cota do fundo nas diferentes áreas, mantendo-se o modelo adoptado originalmente de criar plataformas progressivamente mais profundas no sentido da entrada da bacia da marina. Estabelecem-se 4 níveis distintos de plataforma, ligadas por transições progressivas em talude com declive 1:3 (V:H) – opção conservativa devido à variabilidade de posição do maciço rochoso na Zona 1 e na incerteza da localização deste na zona 2, descritas previamente em 2.3.2 – conforme se pode observar no Desenho 9 e se descreve de seguida:

- Nas áreas mais interiores da marina, limitada ao redor dos pontões 1,2 e 3 na Zona 1 e na zona mais interior da escavação do estaleiro na Zona 2, fixa-se a cota do fundo em -2,0 (ZH);

- No seguimento destas, que corresponde à área junto ao limite dos pontões 4, 5 e 6 na Zona 1 e a maior parcela de escavação do estaleiro, o fundo da bacia é aprofundado para uma cota de -2,7 (ZH);

- Na ligação entre a Zona 1 e a Zona 2, define-se uma plataforma limitada a sul pelo alinhamento do pontão 6, pelo intradorso da obra de abrigo interior a norte e oeste e pelo alinhamento com o edifício da recepção a este, a qual se aprofunda a uma cota de - 3 (ZH);

- A zona de entrada na marina da Povoa de Varzim, cuja plataforma se estende desde a zona em torno da cabeça do quebra-mar até à faixa mais exterior da escavação do estaleiro, que corresponde a parte da rampa e às retenções marginais, é nivelada a uma cota de -3,5 (ZH).

A diferença significativa de cotas nos fundos da bacia portuária no intradorso do molhe sul, numa extensão que engloba o trecho final da obra de abrigo antes de curvar e a zona de amarração da obra de abrigo ao terrapleno, leva à criação de uma transição com duas plataformas de tamanho mais reduzido. A primeira, localizada numa área muito limitada que faz fronteira com plataforma modelada a -3,0 (ZH) e que se estende a oeste da passagem hidráulica até ao início da curvatura do quebra-mar, corresponde ao saneamento do fundo arenoso para uma cota de -2,0 (ZH), conforme se pode observar não apenas na planta de dragagem como ainda em secção transversal no Perfil E do Desenho 4. A segunda plataforma, com uma extensão bastante superior à anterior e que implica o desmonte e dragagem de uma quantidade de material rochoso relevante, inclui o trecho final do quebra-mar (Desenho 4, planta e Perfil F) e a totalidade da amarração desta ao terrapleno (Desenho 7, planta e Perfil I) e será definida a uma cota de -1,5 (ZH).

Por regra define-se que o declive a aplicar nos taludes de escavação será, como referido acima, de 1:3 (V:H), considerando que não existem obstáculos suficientemente importantes para impedir a sua utilização na Zona 1 e em grande parte da zona 2. A excepção estará na remoção da parcela do estaleiro naval, onde a limitação do espaço existente e a existência dos obstáculos referidos em 7.1 leva a que se adopte um talude composto com topo vertical com uma espessura máxima de 1,5 m, considerando que o solo existente terá consistência suficiente para o permitir, tendo o talude abaixo deste topo um declive de 2:3 (V:H). Aplica-se este talude em toda a escavação do estaleiro, prolongando a sua utilização no lado da avenida marginal para permitir a ligação do canal de circulação nesta zona à entrada da marina.

Por fim, centrando a atenção na componente de aterro, o enchimento do terrapleno no intradorso do molhe sul segue o modelo utilizado originalmente, estabelecendo-se a cota de coroamento deste a +5,0 (ZH), como referido em 5.1. No caso do talude absorvente, definido no exterior do terrapleno com declive aproximadamente 1:20 (V:H), estará coroado junto à retenção marginal a uma cota correspondente ao MPMAV (+3,95 ZH), a mesma do topo do talude da retenção, prevendo-se que a acção da agitação acabe por a pôr a descoberto a medio prazo.

7.2.2 Determinação dos volumes de materiais distintos a dragar

A fixação dos valores para a cota do fundo da bacia portuária em cada uma das parcelas no ponto anterior, associada à utilização do levantamento mais recente da batimetria dos fundos no interior da bacia portuária e que circundam pelo exterior os molhes norte e sul, elaborado

por HIDRODATA em Dezembro de 2006, elaborou-se um conjunto alargado de cortes transversais do fundo da bacia da marina da Povoa e do canal de acesso a esta de forma a permitir estimar a quantidade e natureza do material que terá de ser removido e, consequentemente, permitir uma estimativa preliminar para o custo total desta operação.

O processo de determinação tem duas componentes distintas, directamente relacionadas com a grande diferença de informação disponível. Enquanto se tem uma noção bastante aproximada das características geológicas na zona em redor da marina, que se estende do intradorso do molhe sul até à área do cais de combustíveis e na qual se realizaram um extenso conjunto de sondagens e se determinou a posição do maciço rochoso, não existe qualquer estudo similar para a maioria da Zona 2. Tal obriga a que se extrapole a proporção entre a quantidade de areia e de rocha a retirar na área em que se conhece a posição do maciço rochoso, o que é realizado através da definição de secções transversais sucessivas de 15 m de distância entre si, onde se exibe a configuração actual dos fundos e se define a secção adoptada para onde esta se localiza, a partir das quais se pode estimar o volume de material existente entre estas. A definição da área de cada tipo de material em duas secções transversais consecutivas permite estabelecer uma área média para o material em cada corte nesse trecho, determinando-se o volume pela integração desta área média na distância entre as duas secções. Utilizam-se posteriormente os valores obtidos para os volumes de cada tipo de materiais para definir um rácio a aplicar nas áreas em que não se conhece o limite a partir do qual muda o tipo de material a retirar.

Como referido em 2.3.2, o projecto original da marina da Povoa de Varzim (HP,1991) inclui um conjunto alargado de cortes transversais para apoio às operações de dragagem, entre os quais se incluem perfis longitudinais e transversais da posição do tecto do maciço rochoso de grande extensão para a totalidade da Zona 1. Com base nestes diagramas, estipulou-se o limite a partir do qual se deixa de dragar areia e outros materiais incoerentes ou de pequenas dimensões e se passa ao desmonte de rocha granítica em cada secção transversal definida nesta área, o que permitiu realizar o processo descrito no paragrafo anterior e determinar uma proporção de aproximadamente 80% de volume de areias e 20% de volume de rocha no conjunto total de material a dragar do fundo da Zona 1. Estes valores constituem uma estimativa muito grosseira, recomendando-se a execução de uma extensa campanha de reconhecimento do fundo rochoso para a Zona 2 antes de aqui se realizar quaisquer trabalhos de dragagem.

A aplicação destes dados para a Zona 2 e para o canal de acesso é feita em cada trecho definido entre cortes sucessivos, apresentando-se o volume estimado de cada tipo de material que será retirado com base no volume total de material existente nesse trecho e nos rácios determinados anteriormente. A estimativa dos volumes de material nesta zona é realizada de forma similar à anterior, baseando-se em secções transversais afastadas de 20 em 20 m. O alargamento da distância entre secções nestas zonas em relação ao praticado na Zona 1 é

justificado pela menor variabilidade da posição do fundo verificada transversalmente ao longo de cada secção e longitudinalmente no afastamento entre secções, associado ao facto de o conjunto de dados disponíveis para a Zona 1 tornar mais atrativa a definição de uma malha mais pormenorizada nesta zona face a implementada no resto da bacia portuária.

No caso da remoção da parcela do estaleiro do terrapleno da marina, apesar da existência de um limite superior nivelado a +5 (ZH) e de um conjunto de desenhos de pormenor da rampa de varadouro (HP, 1991) permitir uma estimativa mais precisa do volume total de material dragado nesta zona, o mesmo conjunto de desenhos existente não permite retirar conclusões precisas sobre a posição do tecto do maciço rochoso, pelo que a determinação do volume total de material de cada tipo a retirar desta faixa de terreno ser realizada através do mesmo método aplicado às restantes áreas onde não é possível determinar um limite para os dois tipos de material existente, ou seja, a aplicação do rácio definido anteriormente.

O conjunto de secções transversais referidas e o seu posicionamento em planta são apresentados desde o Desenho 9 até ao Desenho 12. O mapa de quantidades é apresentado detalhadamente no capítulo dedicado à medição e orçamentação da obra.

8. Mapas de Quantidades e Estimativa Orçamental

8.1. Considerações Iniciais

Este capitulo tem a finalidade de definir detalhadamente as quantidades totais dos vários tipos de materiais empregues na construção das várias estruturas dimensionadas nos capítulos anteriores, bem como das quantidades totais de materiais a dragar. Com base nestes dados e em listas de preços unitários retiradas de diversos projectos de marinas de recreio e obras de abrigo elaborados no período 2007-2010, procede-se à elaboração de um documento de estimativa orçamental para a globalidade da obra. Anexo a este será incluído um quadro resumo onde será apresentado o custo total da obra por posto de amarração criado, assim como o custo parcial dos três elementos mais relevantes:

- Obra de abrigo interior, cujo custo total será apresentado assumindo-o como um quebra-mar destacado;

- Obras de expansão da marina na Zona 1, que incluem a construção do terrapleno no intradorso do Molhe Sul e respectivas retenções marginam e do conjunto de estruturas flutuantes de amarração de embarcações que se lhe fixam;

- Obras de expansão da marina na Zona 2, que incluem a remoção do estaleiro e escavação da parcela de terrapleno que este ocupa para permitir a expansão do espelho de água, a construção das retenções marginais de contenção dos novos limites do terrapleno da marina da Povoa e do conjunto de estruturas flutuantes de amarração de embarcações que se lhe fixam.

8.2. Mapas de Quantidades

8.2.1. Equipamento Flutuante

Apresentam-se na Tabela 19 as quantidades totais de elementos referentes à estrutura flutuante, especificando-se os parciais correspondentes às zonas 1 e 2. Agrupam-se neste âmbito os seguintes elementos:

- Passadiços Flutuantes, com todos os acessórios e elementos de ligação incluídos;

- Fingers, com cunhos para amarração de 1,5 tf e elementos de ligação incluídos;

- Pontes metálicas de acesso aos passadiços, com guarda corpos lateral, elementos articulados de fixação aos maciços e apoio de rolamento para ligação aos passadiços incluídos;

- Estacas metálicas de guiamento tubulares em aço X60, com capacete de protecção da extremidade emersa incluído.

Tabela 19 - Resumo das quantidades de equipamento flutuante a aplicar

Designação	Unidade	Quantidade		
		Zona 1	Zona 2	Total
Passadiço Flutuante 7,5x2 m	m	135	315	450
Passadiço Flutuante 11,5x2 m	m	333,5	506	839,5
Fingers 12x1 m	m	0	60	60
Fingers 9x1 m	m	0	81	81
Fingers 7,5x0,75 m	m	82,5	277,5	360
Fingers 6x0,75 m	m	216	37,5	253,5
Pontes Metálicas 18x1,5 m	un	2	2	4
Estacas Metálicas φ610 mm	un	17	25	42

8.2.2. Obra de Abrigo Interior

Discriminam-se na Tabela 20 os tipos, extensões e quantidades dos diferentes materiais empregues na construção da obra de abrigo interior, agrupados consoante os respectivos perfis. As quantidades totais dos materiais utilizados são apresentadas na Tabela 21. Esta tabela inclui ainda a contabilização do número de postes de sinalização aplicados.

Tabela 20 - Especificação das quantidades dos vários materiais aplicados na obra de abrigo interior

Perfil	Tipo Material	Área (m^2)	Extensão (m)	Volume (m^3)
Tipo A (Cabeça)	Enrocamento 11,0-16,0 kN	17,8	40	714
	Enrocamento 1,10-1,60 kN	22,8		912
	TOT	12,3		490
	Betão	-		1
Tipo B	Enrocamento 11,0-16,0 kN	35,7	75	2692
	Enrocamento 1,10-1,60 kN	45,6		3441
	TOT	24,6		1852
	Betão	-		1
Transição B-C	Enrocamento 11,0-16,0 kN	34	12	395
	Enrocamento 1,10-1,60 kN	42		481
	TOT	24		273
Tipo C	Enrocamento 11,0-16,0 kN	33,0	159	5246
	Enrocamento 1,10-1,60 kN	38,0		6039
	TOT	23,0		3653
	Betão	-		3
Transição C-D	Enrocamento 11,0-16,0 kN	35	4	397
	Enrocamento 1,10-1,60 kN	34		386
	TOT	22		258

Perfil	Tipo Material	Área (m^2)	Extensão (m)	Volume (m^3)
Tipo D	Enrocamento 11,0-16,0 kN	36,0	35	1259
	Enrocamento 1,10-1,60 kN	29,1		1018
	TOT	21,8		762
	Betão	-		0,4
Transição D-E	Enrocamento 11,0-16,0 kN	34	5	169
	Enrocamento 1,10-1,60 kN	25		125
	TOT	17		83
Tipo E	Enrocamento 11,0-16,0 kN	31,7	37	1171
	Enrocamento 1,10-1,60 kN	20,8		770
	TOT	11,5		424
	Betão	-		1
Tipo F	Enrocamento 11,0-16,0 kN	11,5	7	85
	Enrocamento 1,10-1,60 kN	27,7		205
	TOT	23,5		174
	Britas Regularização	1,9		13
	Betão	-		114

Tabela 21 - Resumo das quantidades envolvidas na construção da obra de abrigo interior

Designação	Unidade	Quantidade
Enrocamento 11,0-16,0 kN	m^3	12129
Enrocamento 1,10-1,60 kN	m^3	13376
TOT	m^3	7886
Betão	m^3	119
Britas Regularização	m^3	13
Poste Sinalização	un	15

8.2.3. Retenções Marginais

Discriminam-se na Tabela 22 e na Tabela 23 os tipos, extensões e quantidades dos diferentes materiais empregues na construção das retenções marginais, agrupados consoante os respectivos perfis. As quantidades totais dos materiais utilizados são apresentadas na Tabela 24.

Tabela 22 – Especificação das quantidades dos vários materiais aplicados nas retenções marginais

Perfil	Tipo Material	Área (m^2)	Extensão (m)	Volume (m^3)
Tipo A	Enrocamento 6,50-10,0 kN	19,6	144	2820
	Enrocamento 0,65-1,00 kN	14,5		2080
	Aterro Solo Incoerente	1,4		208
	Britas Regularização	0,2		22
	Betão	0,4		50

Perfil	Tipo Material	Área (m^2)	Extensão (m)	Volume (m^3)
Transição A-B	Enrocamento 6,50-10,0 kN	18,7	8	140
	Enrocamento 0,65-1,00 kN	13,2		99
	Aterro Solo Incoerente	1,44		11
	Britas Regularização	0,2		1
	Betão	0,4		3
Tipo B	Enrocamento 6,50-10,0 kN	17,8	84	1484
	Enrocamento 0,65-1,00 kN	11,9		990
	Aterro Solo Incoerente	1,4		120
	Britas Regularização	0,2		13
	Betão	0,4		29
Transição B-C	Enrocamento 6,50-10,0 kN	17,7	6	97
	Enrocamento 0,65-1,00 kN	17,8		98
	Aterro Solo Incoerente	37,1		204
	Britas Regularização	0,2		1
	Betão	0,4		2
Tipo C	Enrocamento 6,50-10,0 kN	17,6	68	1201
	Enrocamento 0,65-1,00 kN	23,7		1616
	Aterro Solo Incoerente	72,7		4960
	Britas Regularização	0,2		10
	Betão	0,4		24
Transição B-D	Enrocamento 6,50-10,0 kN	16,9	2	32
	Enrocamento 0,65-1,00 kN	14,8		28
	Aterro Solo Incoerente	28,7		55
	Britas Regularização	0,2		0,3
	Betão	0,4		1
Tipo D	Enrocamento 6,50-10,0 kN	16,0	72	1241
	Enrocamento 0,65-1,00 kN	17,7		1373
	Aterro Solo Incoerente	56,1		4350
	Britas Regularização	0,2		12
	Betão	0,4		25
Transição C-E	Enrocamento 6,50-10,0 kN	17,7	3	51
	Enrocamento 0,65-1,00 kN	17,6		51
	Aterro Solo Incoerente	37		107
	Britas Regularização	0,2		0,4
	Betão	0,4		1
Transição D-E	Enrocamento 6,50-10,0 kN	16,9	3	51
	Enrocamento 0,65-1,00 kN	14,6		44
	Aterro Solo Incoerente	28,7		86
	Britas Regularização	0,2		0,5
	Betão	0,4		1

Perfil	Tipo Material	Área (m^2)	Extensão (m)	Volume (m^3)
Tipo E	Enrocamento 6,50-10,0 kN	17,8	20	358
	Enrocamento 0,65-1,00 kN	11,5		232
	Aterro Solo Incoerente	1,4		28
	Britas Regularização	0,2		3
	Betão	0,4		7
Tipo F	Enrocamento 6,50-10,0 kN	9,0	42	378
	Enrocamento 0,65-1,00 kN	6,0		252
	Aterro Solo Incoerente	59,1		2497
	Britas Regularização	0,2		6
	Betão	0,4		15
Transição F-G	Enrocamento 6,50-10,0 kN	12,5	6	69
	Enrocamento 0,65-1,00 kN	11,8		65
	Aterro Solo Incoerente	78,0		433
	Britas Regularização	0,2		1
	Betão	0,4		2
Tipo G	Enrocamento 6,50-10,0 kN	16,0	251	4007
	Enrocamento 0,65-1,00 kN	17,6		4422
	Aterro Solo Incoerente	96,8		24297
	Britas Regularização	0,2		38
	Betão	0,4		88
Tipo H	Enrocamento 6,50-10,0 kN	17,6	30	523
	Enrocamento 0,65-1,00 kN	23,7		703
	Aterro Solo Incoerente	108,7		3231
	Britas Regularização	0,2		5
	Betão	0,4		10
Transição H-I	Enrocamento 6,50-10,0 kN	16,3	4	59
	Enrocamento 0,65-1,00 kN	17,1		62
	Aterro Solo Incoerente	108,7		391
	Britas Regularização	0,2		1
	Betão	0,4		1
Tipo I	Enrocamento 6,50-10,0 kN	15,0	49	740
	Enrocamento 0,65-1,00 kN	10,6		523
	Betão 0,7x0,5	0,8		42
	Enrocamento 11,0-16,0 kN	14,0	84	1182
	Enrocamento 1,10-1,60 kN	6,9		586
	TOT	121,4		10256
	Betão 1,05x0,8	0,4		30
	Britas Regularização	0,3	134	41

Perfil	Tipo Material	Área (m^2)	Extensão (m)	Volume (m^3)
Tipo J	Enrocamento 6,50-10,0 kN	7,3	8	58
	Enrocamento 0,65-1,00 kN	2,1		17
	TOT	8,5		68
	Aterro Solo Incoerente	137,2		1097
	Britas Regularização	0,9		7
	Betão	-		34
Tipo L	Enrocamento 6,50-10,0 kN	7,8	8	63
	Enrocamento 0,65-1,00 kN	2,2		17
	TOT	15,0		120
	Aterro Solo Incoerente	55,6		445
	Britas Regularização	1,8		15
	Betão	-		124
Tipo M	Enrocamento 6,50-10,0 kN	8,6	6	52
	Enrocamento 0,65-1,00 kN	2,1		13
	TOT	15,3		92
	Aterro Solo Incoerente	50,4		302
	Britas Regularização	1,5		9
	Betão	-		49

Tabela 23 – Especificação das quantidades de telas de geotêxtil aplicadas nas retenções marginais

Perfil	Material	Aresta (m)	Extensão (m)	Área (m^2)
Tipo A	Tela Geotêxtil	17,0	144	2437
Trans. A-B		16,2	8	121
Tipo B		15,4	84	1282
Trans. B-C		16,0	6	88
Tipo C		16,6	68	1133
Trans. B-D		14,7	2	28
Tipo D		14,0	72	1004
Trans. C-E		16,0	3	46
Trans. D-E		14,6	3	44
Tipo E		15,3	20	308
Tipo F		10,3	42	431
Trans. F-G		12,8	6	77
Tipo G		15,4	251	3853
Trans. G-H		14,7	2	29
Tipo H		16,5	30	496
Trans. H-I		5,8	65	376
Tipo J		14,8	8	118
Tipo L		14,3	8	114
Tipo M		10,6	6	64

Tabela 24 – Resumo das quantidades envolvidas na construção das retenções marginais

Designação	Unidade	Quantidade		
		Zona 1	Zona 2	Total
Enrocamento 6,50-10,0 kN	m^3	5878	7537	13415
Enrocamento 0,65-1,00 kN	m^3	6044	6628	12672
Enrocamento 11,0-16,0 kN	m^3	1182	0	1182
Enrocamento 1,10-1,60 kN	m^3	586	0	586
TOT	m^3	10474	120	10594
Aterro Solo Incoerente	m^3	32039	10572	42611
Britas Regularização	m^3	108	78	186
Betão	m^3	270	267	536
Tela Geotêxtil	m^3	5443	6606	12050

8.2.4. Dragagens

Discriminam-se na Tabela 25 os tipos, extensões e quantidades dos diferentes materiais a dragar do fundo da bacia portuaria, agrupados consoante os respectivos perfis. As quantidades totais dos materiais utilizados são apresentadas na Tabela 26.

Tabela 25 – Especificação dos volumes de areia e rocha estimados no projecto de dragagens

	Corte	$Cota_{Fundo}$ (ZH)	A_{Areia} (m^2)	A_{Rocha} (m^2)	A_{Total} (m^2)	Distância ao perfil anterior (m)	$V_{med, Areia}$ (m^3)	$V_{med, Rocha}$ (m^3)
Zona 1	1	2,00	51,1	41,0	92,1	0	-	-
	2	2,00	63,2	52,1	115,3	15	858	698
	3	2,00	73,5	63,2	136,7	15	1025	865
	4	2,00	67,1	61,3	128,4	15	1055	934
	5	2,00	87,5	49,1	136,6	15	1160	828
	6	2,00	110,4	21,4	131,8	15	1484	529
	7	2,00	140,1	0,0	140,1	15	1879	160
	8	2,00	141,5	0,0	141,5	15	2112	0
	9	2,00	143,8	0,0	143,8	15	2139	0
	10	2,00	159,5	0,0	159,5	10	1517	0
	11	2,00	168,5	0,0	168,5	30	4921	0
	12	2,00	187,6	3,5	191,1	32	5697	56
	13	2,00	178,5	11,3	189,8	6	1007	41
	14	2,00	116,7	27,7	144,4	15	2214	292
	15	2,00	107,5	37,0	144,5	15	1682	485
	16	2,00	96,4	47,9	144,3	15	1529	637
	17	2,70	58,6	116,0	174,6	15	1162	1229
	18	2,70	129,9	117,8	247,6	15	1414	1753
	19	2,70	263,4	72,8	336,3	15	2950	1429
	20	2,70	176,5	62,5	239,0	15	3299	1015
	21	2,70	113,3	40,0	153,3	15	2173	769
	22	2,70	90,0	30,2	120,2	15	1525	526

	Corte	$Cota_{Fundo}$ (ZH)	A_{Areia} (m^2)	A_{Rocha} (m^2)	A_{Total} (m^2)	Distância ao perfil anterior (m)	$V_{med, Areia}$ (m^3)	$V_{med, Rocha}$ (m^3)
Zona 1	23	3,00	75,9	40,8	116,7	5	433	185
	24	3,00	50,9	8,8	59,7	15	951	372
	25	3,00	75,6	0,0	75,6	15	949	66
	26	3,00	13,1	0,0	13,1	15	665	0
	Volume adicional					35	229	0
Zona 2	27	3,00	57,4	16,0	73,4	0	-	-
	28	3,00	85,1	23,8	108,8	15	1367	299
	29	3,00	98,4	27,5	125,9	15	1760	385
	30	3,00	131,4	36,7	168,2	15	2205	482
	31	3,00	142,9	39,9	182,8	15	2632	575
	32	3,00	168,6	47,1	215,7	15	2989	653
	33	3,00	210,2	58,8	268,9	15	3635	794
	34	3,50	246,7	69,0	315,6	15	4384	958
	35	3,50	356,8	99,8	456,6	20	7722	1265
	36	3,50	401,2	112,2	513,4	20	9700	1590
	37	3,50	400,6	112,0	512,5	20	10260	1681
	38	3,50	456,5	127,6	584,1	20	10967	1797
	39	3,50	524,2	146,6	670,7	20	12549	2056
	40	3,50	629,1	175,9	805,0	20	14757	2418
	41	3,50	674,6	188,6	863,2	20	16682	2734
	Volume adicional					30	10436	2918
	42	3,50	506,5	141,6	648,1	0	-	-
	43	3,50	943,4	263,8	1207,2	12	8494	2375
	44	3,50	813,3	227,4	1040,7	34	29549	8262
	45	2,70	738,2	206,4	944,6	2	1164	325
	46	2,70	730,6	204,3	934,8	7	5441	1521
	47	2,70	736,3	205,9	942,2	14	9970	2788
	48	2,70	565,1	158,0	723,1	50	32380	9053
	49	2,00	523,8	146,4	670,2	2	817	228
	50	2,00	251,7	70,4	322,1	24	9492	2654
	Volume adicional					18	2207	617

Tabela 26 – Resumo das quantidades totais dragadas para realização do projecto

Designação	Unidade	Quantidade			
		Zona 1	Zona 2		Total
			Canal Principal	Estaleiro	
Areias Granulometria Variada	m^3	46029	112045	99512	257586
Rocha Granítica	m^3	12869	20606	27823	61298

8.3. Estimativa Orçamental da Obra

Apresenta-se na Tabela 27 a estimativa orçamental para a realização da totalidade do projecto de melhoria das condições de abrigo e de expansão da Marina da Povoa de Varzim, que inclui

a descrição das várias componentes do projecto, o preço unitário para cada e as quantidades totais, que seguem o especificado nas tabelas de resumo de quantidades – Tabela 21, Tabela 24 e Tabela 26. Em conjunção com a estimativa orçamental, apresentam-se na Tabela 28 os custos parciais das três principais áreas de intervenção, bem como o custo por posto de amarração dos vários cenários:

- Obra de abrigo interior destacada;
- Obra de abrigo interior com novo terrapleno no intradorso do molhe sul (Zona 1);
- Obra de abrigo interior e intervenção na parte norte do terrapleno da Marina (Zona 2).

Tabela 27 – Estimativa orçamental da totalidade do projecto

Nº	Designação	Un.	Quant.	Preço Un. [€]	Totais [€]
1.	**Trabalhos Preparatórios e Acessórios**				
1.1.	Montagem e construção do estaleiro	vg	1	50000	50000
1.2.	Remoção do estaleiro e limpeza da área	vg	1	10000	10000
1.3.	Telas finais e compilação técnica	vg	1		
1.4.	Medidas de minimização ambiental, seguindo Clausulas Técnicas	vg	1		
2.	**Equipamento Flutuante**				
2.1.	Fornecimento e montagem completa, incluindo todos os acessórios, ligações, galvanização e trabalhos complementares e necessários, de:				
2.1.1.	Passadiço flutuante, constituído por módulos de 11,5x2,0m, estrutura metálica de tubos tipo RHS ou similar, possibilidade de fixação de fingers e guias de estacas, dotados de condutas de serviços de água/electricidade e convés em madeira imputrescível, provido de ripas anti-derrapantes, a colocar:				
	i. No intradorso do molhe sul (Zona 1)	m	333,5	1000	333500
	ii. Na área norte do terrapleno (Zona 2)	m	506	1000	506000
2.1.2.	Passadiço flutuante, constituído por módulos de 7,5x2,0m, estrutura metálica de tubos tipo RHS ou similar, possibilidade de fixação de fingers e guias de estacas, dotados de condutas de serviços de água/electricidade e convés em madeira imputrescível, provido de ripas antiderrapantes, a colocar:				
	i. No intradorso do molhe sul (Zona 1)	m	135	750	101250
	ii. Na área norte do terrapleno (Zona 2)	m	315	750	236250

Nº	Designação	Un.	Quant.	Preço Un. [€]	Totais [€]
2.1.3.	Pontes metálicas para acesso aos passadiços, articuladas em terra, com 18 m de comprimento entre apoios e 1,5 m de largura, em estrutura metálica de tubos tipo RHS ou similar, que assentam em plataforma flutuante, conforme peças desenhadas				
	i. No intradorso do molhe sul (Zona 1)	un	2	10000	20000
	ii. Na área norte do terrapleno (Zona 2)	un	2	10000	20000
2.1.4.	Fornecimento e colocação de fingers, dotados de cunhos para amarração de 1,5 tf, e fixação a outras estruturas através de parafusos em aço inoxidável:				
	com dimensões, em planta, de 6,0x0,75m (Zona 1)	m	216	1250	270000
	com dimensões, em planta, de 6,0x0,75m (Zona 2)	m	37,5	1250	46875
	com dimensões, em planta, de 7,5x0,75m (Zona 1)	m	82,5	2100	173250
	com dimensões, em planta, de 7,5x0,75m (Zona 2)	m	277,5	2100	582750
	com dimensões, em planta, de 9,0x1,00m (Zona 2)	m	81	2800	226800
	com dimensões, em planta, de 12,0x1,00m (Zona 2)	m	60	4200	252000
2.2.	Estacas metálicas de guiamento:				
2.2.1.	Fornecimento e execução de estacas metálicas em aço X60 (com $\Phi_{exterior}$ 610mm, paredes com espessura 19mm e cerca de 14 m de comprimento), incluindo furacão média (ficha) de 5 m em terreno rochoso, selagem com betão submerso C35/45 XS3 e preenchimento da junta com areia e capacete, de acordo com o indicado nas peças desenhadas				
	i. No intradorso do molhe sul (Zona 1)	un	17	5000	85000
	ii. Na área norte do terrapleno (Zona 2)	un	25	5000	125000
3.	**Obra de Abrigo Interior**				
3.1.	No tronco do quebra-mar:				
3.1.1.	Obtenção, transporte e aplicação de materiais pétreos da classe 0,01-1 kN, em toda a extensão do tronco do molhe, para estabelecimento do embasamento em materiais de TOT seleccionados, conforme indicado no projecto	m^3	7396	8	59166

Nº	Designação	Un.	Quant.	Preço Un. [€]	Total [€]
3.1.2.	Obtenção, transporte e aplicação de enrocamentos de 1,1-1,6 kN até à cota de +2,35 (ZH), em toda a extensão do tronco do molhe, sobre o embasamento em TOT, para constituição do núcleo, com taludes com inclinação 4:3 (H:V), conforme indicado no projecto	m^3	12464	10	124643
3.1.3.	Obtenção, transporte e aplicação de enrocamentos de 11-16 kN em camada dupla, sobre ambos os taludes do núcleo, até à cota de +3,95 (ZH), para constituição da camada de protecção, com taludes com inclinação 4:3 (H:V), conforme indicado no projecto	m^3	11415	20	228302
3.1.4.	Fabrico, transporte e colocação de lajes de 1,0 x 1,0 x 0,4 m em betão pré-fabricado da Classe C35/45, para a fixação dos postes de sinalização, incluindo encastramento de base de fixação em aço inoxidável	un	15	250	3750
3.1.5.	Fornecimento, transporte e instalação de postes de sinalização cilíndricos, equipados com lanterna e bandas reflectoras, com as dimensões preconizadas no projecto	un	15	3000	45000
3.2.	Na cabeça do quebra-mar:				
3.2.1.	Obtenção, transporte e aplicação de materiais pétreos da classe 0,01-1 kN, na cabeça do molhe, para estabelecimento do embasamento em materiais de TOT seleccionados, conforme indicado no projecto	m^3	490	8	3924
3.2.2.	Obtenção, transporte e aplicação de enrocamentos de 1,1-1,6 kN até à cota de +2,35 (ZH), na cabeça do molhe, sobre o embasamento em TOT, para constituição do núcleo, com talude com inclinação 4:3 (H:V), conforme indicado no projecto	m^3	912	10	9118
3.2.3.	Obtenção, transporte e aplicação de enrocamentos de 11-16 kN em camada dupla, sobre o talude do núcleo, até à cota de +3,95 (ZH), para constituição da camada de protecção na zona da cabeça do molhe, com taludes com inclinação 4:3 (H:V), conforme indicado no projecto	m^3	714	20	14272
3.3.	Passagem hidráulica				
3.3.1.	Fabrico, transporte e colocação de uma passagem hidráulica em betão de Classe C35/45, com a localização e dimensões estabelecidas no projecto	un	1	20000	20000
3.3.2.	Regularização do tapete de fundação da passagem hidráulica, incluindo camada de brita com 0,20 m de espessura mínima	m^2	101	7,5	758

Nº	Designação	Un.	Quant.	Preço Un. [€]	Totais [€]
4.	**Obras de Retenção Marginal**				
4.1.	No intradorso do molhe sul (Zona 1):				
4.1.1.	Obtenção, transporte e aplicação de materiais pétreos da classe 0,01-1 kN, na componente de amarração da obra de abrigo à zona norte do novo terrapleno, até à cota +5 (ZH), para estabelecimento de aterro em materiais de TOT seleccionados, conforme o indicado no projecto	m^3	10256	8	82048
4.1.2.	Execução do terrapleno no intradorso do molhe sul, em aterro de solo arenoso, até à cota de +5 (ZH), conforme o indicado no projecto	m^3	32039	4	128156
4.1.3.	Obtenção, transporte e aplicação de enrocamentos de 1,1-1,6 kN até à cota de +2,35 (ZH), no extradorso da área norte do terrapleno, para constituição do prisma de fundação e do sub-manto, cujo talude será em camada dupla e com inclinação 4:3 (H:V), conforme indicado no projecto	m^3	586	10	5860
4.1.4.	Obtenção, transporte e aplicação de enrocamentos de 11-16 kN em camada dupla, até à cota de +3,95 (ZH), no extradorso da área norte do terrapleno, colocado sobre o sub-manto, para constituição do manto de protecção, com inclinação 4:3 (H:V), conforme indicado no projecto	m^3	1182	20	23640
4.1.5.	Obtenção, transporte e aplicação de enrocamentos de 0,65-1,00 kN até à cota de +4,35 (ZH), no intradorso do terrapleno, para constituição do prisma de pé de talude e do sub-manto, cujo talude será em camada dupla e com inclinação 4:3 (H:V), conforme indicado no projecto	m^3	6044	15	90660
4.1.6.	Obtenção, transporte e aplicação de enrocamentos de 6,5-10,0 kN em camada dupla até à cota de +4,70 (ZH), no intradorso do terrapleno, colocado sobre o sub-manto, para constituição do manto de protecção, com talude com inclinação 4:3 (H:V), conforme indicado no projecto	m^3	5878	10	58780
4.1.7.	Fornecimento e colocação de tela de geotêxtil, incluindo camada de brita de protecção da tela com 0,20 m de espessura mínima, conforme indicado no projecto	m^2	5443	8	43544
4.1.8.	Fabrico, transporte e colocação de viga de coroamento em betão simples de Classe C35/45 XS3:				
	i. com dimensões 1,05x0,8 m, no extradorso da parte norte do terrapleno	m^3	30	100	3000
	ii. com dimensões 0,7x0,5 m, na totalidade do intradorso do terrapleno	m^3	165	100	16500

Nº	Designação	Un.	Quant.	Preço Un. [€]	Totais [€]
4.1.9.	Fabrico, transporte e colocação de dois caixotões em betão de Classe C35/45, para fixação das rampas metálicas de acesso aos passadiços flutuantes, com a localização e dimensões estabelecidas no projecto				
	i. para o conjunto de passadiços na parte norte do terrapleno	vg	1	8000	8000
	ii. para o passadiço na parte sul do terrapleno	vg	1	10000	10000
4.1.10.	Obtenção, transporte e aplicação de materiais pétreos da classe 0,01-1 kN, até à cota -1 (ZH), para estabelecimento do prisma de fundação dos caixotões de amarração das rampas metálicas, em materiais de TOT seleccionados, conforme o indicado no projecto	m^3	218	8	1744
4.1.11.	Regularização da superfície de assentamento das vigas de coroamento e dos caixotões de amarração das rampas metálicas, incluindo camada de brita com 0,20 m de espessura mínima	m^2	575	7,5	4313
4.2.	Na área norte do terrapleno (Zona 2)				
4.2.1.	Obtenção, transporte e aplicação de enrocamentos de 0,65-1,00 kN até à cota de +4,35 (ZH), no intradorso do terrapleno, para constituição do prisma de pé de talude e do sub-manto, cujo talude será em camada dupla e com inclinação 4:3 (H:V), conforme indicado no projecto	m^3	6628	10	66280
4.2.2.	Obtenção, transporte e aplicação de enrocamentos de 6,5-10,0 kN em camada dupla até à cota de +4,70 (ZH), no intradorso do terrapleno, colocado sobre o sub-manto, para constituição do manto de protecção, com talude com inclinação 4:3 (H:V), conforme indicado no projecto	m^3	7537	15	113055
4.2.3.	Execução de aterro de solo arenoso, até à cota de +5 (ZH), conforme o indicado no projecto	m^3	10572	4	42288
4.2.4.	Fornecimento e colocação de tela de geotêxtil, incluindo camada de brita de protecção da tela com 0,20 m de espessura mínima, conforme indicado no projecto	m^2	6606	8	52848
4.2.5.	Fabrico, transporte e colocação de viga de coroamento em betão simples de Classe C35/45 XS3, com dimensões 0,7x0,5 m, conforme indicado no projecto	m^3	143	100	14300

Nº	Designação	Un.	Quant.	Preço Un. [€]	Totais [€]
4.2.6.	Fabrico, transporte e colocação de um caixotão em betão de Classe C35/45, para fixação de duas rampas metálicas de acesso aos passadiços flutuantes, com a localização e dimensões estabelecidas no projecto	vg	1	25000	25000
4.2.7.	Obtenção, transporte e aplicação de materiais pétreos da classe 0,01-1 kN, até à cota -1 (ZH), para estabelecimento do prisma de fundação do caixotão, em materiais de TOT seleccionados, conforme o indicado no projecto	m^3	120	8	960
4.2.8.	Regularização do tapete de fundação do caixotão, incluindo camada de brita com 0,20 m de espessura mínima	m^2	75	7,5	563
5.	**Dragagens e Demolições**				
5.1.	Mobilização e desmobilização do equipamento	vg	1	150000	150000
5.2.	No intradorso do molhe sul (Zona 1)				
5.2.1.	Dragagem de areias de granulometria variada na área sul da marina, limitada pelo molhe sul, para estabelecimento de fundos entre -2,70 m (ZH) e -2,00 m (ZH), em conformidade com o preconizado para a operação no caderno de especificações técnicas	m^3	46029	6	276171
5.2.2.	Desmonte e dragagem de rocha granítica na área sul da marina, limitada pelo molhe sul, para estabelecimento de fundos entre -2,70 m (ZH) e -2,00 m (ZH), em conformidade com o preconizado para a operação no caderno de especificações técnicas	m^3	12869	60	772163
5.3.	No canal principal de navegação (Zona 2)				
5.3.1.	Dragagem de areias de granulometria variada na área norte da marina, em torno da zona de implantação da obra de abrigo interior e na boca da bacia da marina, para estabelecimento de fundos entre -3,50 m (ZH) e -3,00 m (ZH), em conformidade com o preconizado para a operação no caderno de especificações técnicas	m^3	112045	6	672270
5.3.2.	Desmonte e dragagem de rocha granítica na área norte da marina, em torno da zona de implantação da obra de abrigo interior e na boca da bacia da marina, para estabelecimento de fundos entre -3,50 m (ZH) e -3,00 m (ZH), em conformidade com o preconizado para a operação no caderno de especificações técnicas	m^3	20606	60	1236341

Nº	Designação	Un.	Quant.	Preço Un. [€]	Totais [€]
5.4.	No estaleiro naval, parte norte do terrapleno (Zona 2)				
5.4.1.	Escavação a seco de areias de granulometria variada na área do estaleiro naval, localizada na parte norte do terrapleno da marina, para estabelecimento de fundos entre -3,50 m (ZH) e -2,00 m (ZH), em conformidade com o preconizado para a operação no caderno de especificações técnicas	m^3	112045	3	336135
5.4.2.	Desmonte e remoção a seco de rocha granítica na área do estaleiro naval, localizada na parte norte do terrapleno da marina, para estabelecimento de fundos entre -3,50 m (ZH) e -2,00 m (ZH), em conformidade com o preconizado para a operação no caderno de especificações técnicas	m^3	20606	25	515142
	***Total* [€]**				**8.297.368,00**

Tabela 28 – Custos totais por posto de amarração gerado das várias componentes do projecto

Componente do Projecto	Custo	
	[€]	[€/posto]
Custos fixos	210.000,00	-
Obra de abrigo interior destacada	2.444.858,00	-
Obra de abrigo interior + Zona 1	3.226.511,00	31.325,00
Obra de abrigo interior + Zona 2	5.789.790,00	35.961,00
Obra total	8.297.368,00	31.429,00

9. Notas Finais

Este capítulo é dedicado à discussão geral da solução proposta para as obras de abrigo e expansão da Marina da Povoa de Varzim, focando-se na análise do conjunto de dados considerados e das decisões tomadas com o intuito de facilitar o processo de realização do projecto de execução desta obra.

Alguns dos dados de base considerados na realização do terceiro capítulo acabaram por se revelar pouco ajustados à realidade devido quer a alterações das condições naturais durante no período de elaboração do projecto como à constatação de que a bibliografia consultada sobre o ponto seria insuficiente. As fronteiras que se assumiram disponíveis para a expansão do espelho de água para a parte norte do terrapleno da marina alteraram-se durante 2010 e 2011 com a construção de um pequeno edifício na parte interior do estaleiro, impossibilitando a concretização da parte final da estrutura flutuante e eliminando pelo menos 17 postos de amarração. Outro facto que influencia a aplicabilidade do projecto como apresentado neste capítulo incide na limitada disponibilidade de catálogos de equipamento flutuante ou de tabelas de preços aquando do início do projecto, o que levou a que se assumissem dimensões durante a fase de elaboração de alternativas para o *layout* da marina quer para os passadiços como para os *fingers* que mais tarde se revelaram de utilização pouco habitual em Portugal. Deste modo, recomenda-se alguma previdência na utilização desta configuração no projecto de execução, verificando-se qual o comprimento total de passadiços flutuantes que de facto se poderá colocar nesta zona, atentando-se aos comprimentos dos modelos de passadiço flutuantes que forem escolhidos, e que se tenha em conta a diferença de larguras entre a prevista neste estudo e a adoptada na prática para os *fingers* caso esta se revelar no sentido de um aumento da ocupação do espaço no bordo dos passadiços flutuantes.

Uma questão levantada desde o capítulo de enquadramento prende-se com a diminuta informação sobre a natureza geológica da área a norte do terrapleno, em particular o desconhecimento da posição do tecto da camada de rocha granítica nesta vasta área, que torna os valores estimados para os volumes de material rochoso a dragar muito precários. Tomando em consideração o custo envolvido no desmonte e dragagem de rocha granítica, recomenda-se que se realize uma campanha de reconhecimento geológico extensa na zona central da bacia portuária, seguindo o procedimento realizado no intradorso do molhe sul já referido em 2.3.2., já que um aumento substancial do volume rochoso face ao previsto pode provocar uma drástica subida do custo total da obra. Aconselha-se que qualquer decisão sobre a aplicação deste projecto, na sua totalidade ou parcialmente, só seja tomada após a análise dos resultados de tal estudo pelas razões já enunciadas.

Encontrando-se este projecto ainda numa fase anterior à de projecto de execução, fizeram-se um conjunto de concessões no detalhe de certas componentes. Um caso em que o detalhe empregue é assumidamente menor passa pelo dimensionamento das estruturas em betão que

são apresentadas no quarto e quinto capítulo, respectivamente a passagem hidráulica e os maciços de amarração das rampas metálicas de acesso aos passadiços flutuantes. Centrou-se a atenção na concepção destas estruturas em termos dimensionais de forma a garantir a sua estabilidade e funcionalidade, não se tendo abordado a resistência estrutural destas. A inclusão de armadura pode alterar as espessuras das paredes e laje de fundo das estruturas, recomendando-se a revisão das dimensões consideradas, concretamente de as reduzir no caso de se incluir armadura na passagem hidráulica ou de as aumentar caso de não se dimensionar armadura para os maciços de amarração.

Como foi referido no sexto capítulo, a escassez de dados sob o fundo da bacia portuária levou a que o estudo da fixação da posição em planta da estrutura flutuante através da cravação de estacas metálicas se limitasse a um pré-dimensionamento para a situação mais desfavorável. Consoante as condições geológicas do local de fixação, presume-se que as estacas estarão sobredimensionadas na maioria dos casos. Recomenda-se que, com os dados obtidos através do estudo de reconhecimento geológico, se realize o dimensionamento efectivo das estacas metálicas, atentando em particular aos comprimentos de ficha e aos diâmetros necessários.

Por fim, considera-se importante referir que a lista de preços unitários, baseada em preços de referência dos últimos cinco anos, poderá não corresponder à realidade não apenas pela alteração da realidade económica como pela hipótese de se terem assumido condições de operabilidade mais brandas que as verificáveis no local. A campanha de reconhecimento das condições geológicas do fundo da bacia portuária será particularmente importante para a determinação dos meios a empregar no desmonte de rocha granítica e, consequentemente, do preço unitário a aplicar.

Bibliografia

Póvoa de Varzim - Monografia e Materiais para a sua história. Na Linha do horizonte – Biblioteca Poveira CMPV, 2008

Fangueiro, Óscar. *Sete Séculos na Vida dos Poveiros*. Na Linha do horizonte – Biblioteca Poveira CMPV, 2008

Estudos de Cronologia: Os mais antigos documentos escritos em português – Instituto Camões, 2001

Projecto de execução da Marina da Povoa do Varzim. Hidrotécnica Portuguesa, 1991

Marina da Povoa de Varzim – Obras de Expansão e Melhoria das Condições de Abrigo. Estudo Prévio, CEHIDRO, Março 2009

Pipa, Inês – "Melhoria das condições de abrigo na marina da Povoa de Varzim. Estudos em modelo matemático.", Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Outubro 2008

Tobiasson, B.O./Kollmeyer, R.C. – "Marinas and Small Craft Harbors", Van Nostrand Reinhold, New York, Second edition, 2000

PIANC – "Examen de norms sélectionnées applicable à lá conception d´appontements flottants", Rapport Spécial de la Comission pour la Navigation de Sport et de Plaisance, 1997

"Les Pontons de Plaisance. Guide de Conception", Secrétariat d´Etat à la Mer. Conseil Supérieur de la Navigation de Plaisance et des Sports Nautiques, France, 1992

"Recomendações Para Construção e Operação de Marinas e Portos de Recreio" – Associação Portuguesa de Portos de Recreio, 1993 – Edição Portuguesa revista de *"A Code of Practice for the Constrution and Operation of Marinas and Yacht Harbours"*, Yacht Harbour Association, 1992

Bateux Magazine, Dezembro 2009

Decreto-Lei nº 21/2002, de 31 de Janeiro, Diário da República, INCM

Decreto-Lei nº 269/2003, de 28 de Julho, Diário da República, INCM

FEEE –"Recomendações e normas de conduta para Portos de Recreio, Campanha Bandeira Azul da Europa", 2002

Shore Protection Manual, USACE, 1984

Coastal Protection Manual, USACE, 2003

Fontes na Internet

[1]www.portaldomar.pt/NauticadeRecreio/MarinasePortosdeRecreio/ZonaNorte/MarinadaPovoa/index.htm, consultado a 21/03/2010

[2] www.icsa.pt/, consultado a 25/03/2010

[3] www.hidrografico.pt

[4] Google Earth

Anexo

Caderno de Especificações Técnicas

I – Trabalhos Preparatórios e Complementares

1. Objectivo

1.1. No presente capítulo são definidas as condições técnicas relativas aos trabalhos preparatórios, ou acessórios e demolições a serem realizados pelo Empreiteiro dentro do âmbito da empreitada.

A definição incide, principalmente, sobre determinados trabalhos cuja realização, porventura, não pudesse ser devidamente observada, ou avaliada, por simples inspecção do local da obra à data da realização do concurso, ou sobre trabalhos que devam ser cotados separadamente na lista de quantidades de trabalho e de preços.

2. Conhecimento das Condições Locais

2.1. Nas peças do Projecto são apresentados os resultados do levantamento aproximado da situação existente, com a indicação dos elementos de consulta para colecta de informação complementar, a respeito das características e pormenores das obras e dos obstáculos existentes, resultados de levantamentos topo-hidrográficos existentes.

2.2. Entende-se que o Empreiteiro, antes de apresentar a sua proposta, se inteirou plenamente das condições existentes no local, com base na informação que o Dono da Obra colocou à sua disposição e da informação complementar que o Empreiteiro tenha obtido por sua própria conta, pelo que não serão de aceitar reclamações sobre eventuais dificuldades que possam surgir na execução dos trabalhos por alegado desconhecimento e/ou insuficiência da informação existente.

3. Disposições Gerais e Regulamentares

3.1. No presente capítulo não se apresentam todas as condições técnicas relativas às instalações, equipamentos e obras auxiliares, e aos trabalhos preparatórios, ou acessórios, e demolições que sejam necessários para a realização dos trabalhos que constituem o objecto da empreitada, visto que elas se encontram já, de uma maneira geral, contempladas nas Cláusulas Jurídicas e Administrativas do presente Caderno de Encargos. No número 4 apresentam-se as informações que se afiguram necessárias para complementar as referidas cláusulas.

3.2. Sob a designação de “demolições” estão compreendidas todas as operações que sejam necessárias, com vista à retirada do local de todas as construções e/ou obstáculos, transporte e deposição nos locais de depósito e/ou de vazadouro previamente acordados com a Fiscalização.

3.3. O Empreiteiro terá de submeter previamente à aprovação da Fiscalização um plano de demolições que contemple, claramente, os processos de execução dos trabalhos a realizar e os destinos dos produtos das demolições. Os produtos das demolições não utilizáveis serão removidos para fora da área do porto. Os produtos utilizáveis na obra serão aplicados nos locais definitivos, ou colocados em depósitos em locais acordados com a Fiscalização.

4. Trabalhos Complementares da Empreitada

4.1. Vias de acesso e cuidados de circulação

4.1.1. O Empreiteiro obriga-se a executar, sem encargos para o Dono da Obra, todas as vias de acesso e de circulação de viaturas que sejam requeridas para construção dos trabalhos da empreitada, bem como a beneficiar, na medida das necessidades, as existentes que sejam utilizadas para o efeito, e a demolir, no decurso ou no final dos trabalhos, todas aquelas, ou partes delas, que, com a aprovação da Fiscalização, não sejam mais requeridas.

4.1.2. O traçado das vias descritas no número anterior e as características de construção e de beneficiação terão de ser previamente aprovados pela Fiscalização, devendo ser garantido o bom estado de conservação das mesmas, tanto durante a construção como imediatamente após a sua conclusão.

4.1.3. O Empreiteiro deverá respeitar todos os constrangimentos à circulação dos veículos utilizados na obra que lhe sejam impostos pelas autoridades competentes.

4.1.4. O tráfego de veículos pesados deverá ser programado de modo a concentrar o seu movimento em períodos de menor circulação e a desconcentrar ao máximo a sua afluência diária.

4.1.5. O Empreiteiro deverá efectuar a limpeza regular dos acessos e da área afecta à obra e implementar um sistema de lavagem dos rodados, à saída daquela área e antes da entrada na via pública, de todos os veículos e de toda a maquinaria de apoio à obra.

4.1.6. O Empreiteiro deverá providenciar para que todos os materiais transportados e armazenados durante a fase de construção sejam devidamente protegidos, de forma a minimizar as quantidades de poeiras libertadas.

4.2. Estaleiro, cuidados de operação e remoção das instalações

4.2.1. Toda a área afecta à obra, compreendendo a zona de estaleiro e a de construção propriamente dita, deverá ser delimitada e vedada, devendo o Empreiteiro criar medidas de protecção do meio hídrico que impeçam a sua contaminação por resíduos e efluentes provenientes da obra.

4.2.2. O estaleiro deverá ser localizado na zona de terraplenos imediatamente a Norte do enraizamento do Molhe Sul, tal como indicado nos desenhos respectivos. A ocupação dessa área, bem como os acessos à mesma e o regime de circulações e funcionamento, deverão ser sujeitos à aprovação da Fiscalização.

4.2.3. A lavagem de betoneiras, caso não seja utilizado betão pronto, será interdita fora da área técnica devidamente infra-estruturada para o efeito, área essa que será provida de uma bacia de retenção impermeabilizada, desenhada e construída para o efeito.

4.2.4. A remoção do estaleiro deverá ser efectuada após a conclusão da obra e nos prazos para tal estipulados na Parte I do presente Caderno de Encargos, devendo o Empreiteiro proceder à beneficiação paisagística da área que tiver sido afectada, nos termos que forem acordados com o Dono da Obra.

5. Trabalhos da Empreitada

5.1. Levantamentos topo-hidrográficos

5.1.1. O Empreiteiro procederá, sob o controlo da Fiscalização, ao levantamento topo-hidrográfico inicial de todas as áreas abrangidas pelos trabalhos, tanto terrestres como marítimas, na escala 1/500, a partir do qual ele elaborará os perfis transversais.

Os pontos sondados e os perfis transversais terão espaçamento máximo de 10m mas, quando for necessário, para uma mais correcta definição dos trabalhos, poderão ter espaçamento diferente, a aprovar pela Fiscalização.

5.1.2. Compete ao Empreiteiro fornecer todo o equipamento e pessoal habilitado necessário para os levantamentos, sendo obrigatória a aferição regular do equipamento.

5.1.3. O levantamento topo-hidrográfico inicial, uma vez aprovado pela Fiscalização, servirá de base às medições dos trabalhos, sem o que estes não poderão ser iniciados.

Todos os desenhos, plantas e perfis resultantes desse trabalho, numerados e datados, deverão ser assinados por representantes do Empreiteiro e da Fiscalização.

Os levantamentos topo-hidrográficos subsequentes, necessários para a medição dos trabalhos, serão executados da mesma maneira que o levantamento inicial, sendo numerados e datados sequencialmente e assinados por representantes do Empreiteiro e da Fiscalização.

5.1.4. Salvo especificação em contrário da Fiscalização, o Empreiteiro preparará quatro cópias de cada levantamento, duas das quais ficarão com a Fiscalização e as restantes duas com o Empreiteiro. Os levantamentos serão fornecidos, também, em suporte informático tipo Autocad.

5.2. Implantação da obra

5.2.1. O nível de referência das cotas do Projecto é o Zero Hidrográfico (ZH).

5.2.2. Compete ao Empreiteiro proceder, sob o controlo da Fiscalização, à implantação dos trabalhos da empreitada, sejam de dragagens (da vala de fundação do molhe e do canal de navegação), sejam do molhe propriamente dito.

A implantação de toda a obra será feita de harmonia com as indicações do Projecto e a partir de pontos principais de referência a indicar oportunamente pela Fiscalização.

O Empreiteiro deverá proceder a uma revisão das cotas do projecto e à verificação da compatibilidade entre as suas peças desenhadas e a obra, obrigando-se a comunicar à Fiscalização qualquer omissão, erro ou discrepância. Se não o fizer, assumirá inteira responsabilidade pelas consequências, não lhe assistindo qualquer direito de reclamação.

5.2.3. A escolha dos pontos principais de referência inicial deverá ter em atenção o plano de desenvolvimento da obra, de forma a que todas as implantações a executar no decurso dos trabalhos se possam sempre relacionar com esses pontos.

Os marcos a construir nos pontos principais de referência serão executados pelo Empreiteiro, com materiais duradouros, com informações que permitam a sua fácil identificação e dimensões acordadas com a Fiscalização e será da inteira responsabilidade do Empreiteiro a conservação dos mesmos.

5.2.4. O Empreiteiro fornecerá à Fiscalização cópia, em formato digital, da localização dos pontos principais de referência necessários à implantação das obras, com as respectivas cotas e coordenadas.

5.2.5. A Fiscalização poderá, em qualquer ocasião, proceder a uma verificação das demarcações e implantações efectuadas, sem que daí resulte diminuição das obrigações e responsabilidades do Empreiteiro nos termos do contrato.

O Empreiteiro fornecerá à Fiscalização o pessoal auxiliar e o equipamento necessário para esta efectuar essa verificação.

5.2.6. A tolerância nas cotas da implantação, em planta e altura, é de 5mm.

5.3. Sinalização e segurança

5.3.1. O Empreiteiro obriga-se a colocar em tempo oportuno em toda a zona influenciada pelos trabalhos da empreitada, sem encargos para o Dono da Obra, a sinalização necessária, de forma a que o trânsito de pessoas e veículos se efectue em condições de segurança, conforme estipulado nas Cláusulas Jurídicas e Admi-nistrativas do presente Caderno de Encargos.

5.3.2. O Empreiteiro deverá, igualmente, na área do plano de água e durante a execução dos trabalhos, efectuar e conservar as balizagens e a sinalização luminosa, diurna e nocturna, que lhe seja exigida, conforme as prescrições da Capitania do Porto da Póvoa de Varzim, por forma a garantir a completa segurança da navegação, sendo da sua inteira responsabilidade quaisquer prejuízos que a falta ou a deficiência dessas instalações possam causar quer à obra quer a terceiros.

5.3.3. O Empreiteiro deverá considerar, dentro do âmbito dos trabalhos de protecção e segurança que constituem seu encargo, a construção, a manutenção e a retirada da vedação na periferia da área dos trabalhos, cujas características terão de ser previamente aprovadas pela Fiscalização

5.3.4. O Empreiteiro obriga-se a respeitar as regras orientadoras das acções dirigidas à prevenção da segurança e saúde dos trabalhadores estabelecidas no Decreto-lei nº 155/95, de 1 de Junho, para os estaleiros temporários ou móveis, e no Plano de Segurança e Saúde (PSS) do Dono da Obra.

5.4. Normas gerais de execução e acompanhamento da obra

O Empreiteiro deverá recorrer, sempre que possível, à mão-de-obra local e subcontratar empresas de construção civil ou de fornecimento de materiais localizadas no concelho e na região envolvente ao projecto.

6. Medidas Ambientais

6.1. Em decorrência do Estudo de Incidências Ambientais (EincA) realizado no âmbito da presente Empreitada, deverá ser levado a cabo o conjunto de acções de minimização de impactes sobre o meio ambiente que a seguir se enumeram.

6.1.1. Para minimização de impactes sobre a geologia, deverá ser realizada a remoção de todas as infra-estruturas provisórias de apoio à construção, nomeadamente do estaleiro, após a conclusão das obras.

6.1.2. Para minimização de impactes sobre o solo dever-se-á:

- não utilizar o espaço vedado do Restaurante e do Clube Naval Povoense, de modo a não comprometer o normal funcionamento destas instalações;
- manter desimpedidos os acessos ao Restaurante e Clube Naval Povoense;

- evitar que as operações de reparação de veículos e maquinaria afecta à obra sejam feitas fora do local da obra, para evitar derrames acidentais;
- instalar contentores para resíduos sólidos no estaleiro para que não haja contaminação dos solos;
- proceder, após a desactivação do estaleiro e estruturas associadas, à reposição da situação inicial dos solos.

6.1.3. Para minimização de impactes sobre a hidrologia dever-se-á:

- definir devidamente os trajectos para a circulação de veículos e máquinas afectos à construção;
- após a conclusão dos trabalhos proceder, se necessário, à escarificação dos terrenos nas zonas de circulação e de estaleiro de forma a permitir o restabelecimento das condições de infiltração.

6.1.4. Para minimização de impactes sobre a qualidade da água:

- prevenir a potencial contaminação do solo e águas superficiais, não permitindo a descarga de poluentes (óleos, lubrificantes, combustíveis, produtos químicos e outros materiais residuais da obra) e evitado o seu derrame acidental, colocando-os em contentores específicos, posteriormente encaminhados para os destinos finais adequados;
- salvaguardar todas as situações de acidente (derrames de óleos ou de outras substâncias utilizadas no funcionamento da maquinaria);
- tratar as águas residuais resultantes de quaisquer actividades de construção, antes do respectivo lançamento no meio hídrico ou nos colectores de águas residuais, caso elas não cumpram os valores regulamentados para os parâmetros de qualidade de águas residuais (nomeadamente a nível de partículas em suspensão e hidrocarbonetos).

6.1.5. Para minimização de impactes sobre a qualidade do ar:

- racionalizar a circulação de veículos e máquinas de apoio à obra;
- manter os veículos e maquinaria em boas condições de operação, de modo a evitar situações de má carburação e as consequentes emissões de escape excessivas e desnecessárias;
- interditar a queima de qualquer tipo de resíduos a céu aberto;
- seleccionar a localização do estaleiro de forma a que estes conduzam ao menor impacte possível;
- prever sistemas de humedecimento dos terrenos a utilizar sempre que se verifiquem emissões significativas;
- utilizar, sempre que possível, veículos e maquinaria de apoio à obra projectados para evitar e controlar a poluição do ar;
- utilizar, sempre que possível, técnicas e processos construtivos que reduzam a emissão e a dispersão de poluentes atmosféricos;
- limpar regularmente os acessos (nomeadamente a zona do Restaurante e do Clube Naval Povoense) e a área afecta à obra, no sentido de evitar a acumulação e a

ressuspensão de poeiras, quer por acção do vento, quer por acção da circulação de maquinaria e de veículos de apoio à obra;

- conferir especiais cuidados nas operações de carga, de descarga e de deposição de materiais de construção e de materiais residuais da obra, especialmente se forem pulverulentos ou do tipo particulado, nomeadamente com o acondicionamento controlado durante a carga, a adopção de menores alturas de queda durante a descarga e a cobertura e a humidificação durante a deposição na área afecta à obra;
- acondicionar adequadamente os materiais de construção e materiais residuais da obra, especialmente se forem pulverulentos ou do tipo particulado, para evitar a sua queda e o seu espalhamento na via pública aquando do transporte para a área afecta à obra ou para o depósito definitivo;
- implementar um sistema de lavagem dos rodados, à saída da área afecta à obra e antes da entrada na via pública, de todos os veículos e de toda a maquinaria de apoio à obra, especialmente em dias chuvosos e propícios à acumulação de lama nos rodados;
- sempre que possível, utilizar betão pronto.

6.1.6. Para minimização de impactes sobre o ambiente sonoro:

- programar adequadamente os trabalhos mais ruidosos;
- cumprir os procedimentos de operação e manutenção recomendados pelo fabricante para cada um dos equipamentos mais ruidosos que sejam utilizados nos trabalhos;
- assegurar a manutenção e a revisão periódica de todos os veículos e de toda a maquinaria de apoio à obra;
- possuir a certificação da classe de nível da potência sonora emitida para toda a maquinaria (móvel e fixa) de apoio à obra;
- definir um horário de trabalho adequado, com a limitação da execução ou da frequência de actividades de construção que gerem elevado ruído (por exemplo, circulação de veículos pesados de apoio à obra, trabalhos que recorram à utilização de maquinaria de apoio à obra ruidosa) apenas no período diurno (das 7 às 22 horas) e nos dias úteis;
- a circulação dos veículos pesados afectos à obra deverá ser analisada, de modo a serem optimizados e devidamente integrados os percursos com o objectivo de minimizar o impacte sonoro nas populações.

6.1.7. Para minimização dos resíduos e da contaminação dos solos:

- implementar um plano de gestão de resíduos, no qual se proceda à identificação e classificação dos resíduos em conformidade com a legislação em vigor e onde se estabeleçam objectivos e afectem tarefas e meios, tendo em consideração a calendarização e faseamento da obra;
- adoptar um plano de gestão de resíduos, contemplando as seguintes medidas:
- procedimentos para redução da quantidade de resíduos produzidos e condução para reciclagem (sempre que possível);

- procedimentos para a separação dos resíduos produzidos em função das suas características, nomeadamente em papel, vidro, metais, resíduos orgânicos, óleos usados e outros resíduos perigosos;
- meios adequados de recolha dos vários tipos de resíduos gerados na obra;
- implementação de uma área de deposição dos resíduos, devidamente dimensionada e projectada, que permita o acondicionamento e manuseamento em condições de higiene e segurança dos diferentes resíduos;
- implementação de uma ou mais instalações para limpeza dos contentores de recolha dos resíduos depois de vazios;
- implementação de uma ou mais zonas dedicadas à mudança de óleos e abastecimento e armazenagem de combustíveis.
- Cumprir a legislação em vigor em matéria de gestão de resíduos, designadamente:
  - Decreto-Lei n.º 239/97, de 9 de Setembro (Gestão de Resíduos);
  - Resolução do Conselho de Ministros n.º 98/97, de 25 de Junho (Estratégia de Gestão de Resíduos Industriais);
  - Portaria n.º 961/98, de 10 de Novembro (referente ao encaminhamento dos resíduos a destino final adequado, de acordo com a sua classificação);
  - Decreto-Lei nº 153/2003 de 11 de Julho (estabelece o regime jurídico a que fica sujeita a gestão de óleos novos e óleos usados);
- Para além das medidas estabelecidas na Portaria n.º 1028/92, de 5 de Novembro, relativamente às normas de segurança e transporte de óleos usados, referem-se em seguida alguns procedimentos a ter em consideração aquando das operações de recolha e substituição. São também referidos alguns procedimentos quanto aos restantes resíduos:
  - recolha dos óleos usados através de bombas específicas para o efeito, para recipientes e procurando evitar derrames para o meio ambiente;
  - armazenagem em contentor com 200 L de capacidade, devidamente estanque e selado, não devendo a taxa de enchimento ultrapassar 98% da sua capacidade;
  - colocação do contentor devidamente acondicionado, em bacia de recepção, estanque e que permita dar resposta a eventuais situações de falha no sistema de recolha e transporte;
  - proceder à atempada limpeza da via pública sempre que nela sejam vertidos materiais de construção ou materiais residuais da obra;
  - os resíduos produzidos no estaleiro (escritório) equiparáveis a resíduos sólidos urbanos (RSU) deverão ser depositados em contentores especificamente destinados para o efeito e a sua recolha deverá ser assegurada pela Câmara Municipal da área de localização do estaleiro.
- impermeabilizar todas as zonas onde possa ocorrer movimentação de produtos poluentes, de forma a reduzir a possibilidade de infiltração no solo de substâncias acidentalmente derramadas e construção de bacias de retenção para contenção de eventuais derrames;

- efectuar a armazenagem temporária dos resíduos gerados em áreas impermeabilizadas e com condições de segurança, de modo a reduzir os riscos ambientais de contaminações dos solos.

6.1.8. Para minimização de impactes sobre os factores biológicos e ecológicos:

- minimizar a zona de fundo sedimentar impactada de modo a não alterar zonas em que intervenções não são necessárias;
- implementar de um plano de prevenção e resposta imediata a derrames acidentais.

6.1.9. Para minimizar os impactes sobre os factores físicos e sócio-económicos:

- realizar a obra, se possível, fora do período balnear;
- restringir o local de instalação do estaleiro ao mínimo indispensável e, se possível, a sua localização no interior da área de jurisdição do porto da Póvoa de Varzim;
- sinalizar os locais das obras, indicando a actividade, duração e medidas de segurança impostas;
- cumprir a legislação relativa ao ruído, vibrações e resíduos;
- restringir, sempre que possível, o tráfego de veículos pesados afectos à obra no período nocturno;
- controlar as emissões de ruído da obra através de um plano de monitorização de ruído, de modo a poder corrigir eventuais situações de impacte negativo significativo sobre a população;
- utilizar maquinaria de apoio à obra com potências de trabalho adequadas;
- sempre que tecnicamente viável, optar por técnicas e processos construtivos que gerem um menor desconforto para a população residente;
- assegurar que os veículos pesados afectos à obra, sempre que transportem sedimentos e se verifiquem situações de vento forte ou chuvas intensas, circulem com coberturas adequadas, que impeçam a dispersão de materiais;
- manter limpos os acessos à obra e aos estaleiros e evitar a sujidade do pavimento na via pública através de limpezas regulares dos pneus dos camiões e máquinas;
- formar e sensibilizar os trabalhadores, visando a importância do seu desempenho na melhoria da qualidade ambiental na área afecta à obra.

6.1.10. Para minimizar os impactes sobre a paisagem:

- utilizar betão-pronto na construção, de modo a evitar-se a instalação de uma Central para Fabricação de Betão;
- proceder à delimitação espacial do terreno a ocupar nas operações de construção, definindo a área de estaleiro e parqueamento de máquinas;
- proceder à definição dos principais percursos das máquinas e veículos, procurando evitar-se ou reduzir os danos provocados pelo seu movimento;
- efectuar regas periódicas por aspersão, em especial durante o período mais seco do ano, por forma a evitar o levantamento de poeiras e a consequente afectação da qualidade visual da paisagem envolvente;
- conduzir e depositar eventuais materiais sobrantes a local próprio.

7. Critérios de Medição e de Pagamento

7.1. Todos os trabalhos gerais, preparatórios ou acessórios, bem como as demolições de carácter geral não serão objecto de medição e de pagamento, com excepção da mobilização e desmobilização de equipamentos de estaleiro, admitindo-se que os encargos respectivos estão incluídos nos preços unitários que fazem parte da lista de quantidades de trabalho e de preços.

II – Equipamento Flutuante

1. Objectivo

1.1. Este capítulo do presente documento tem o propósito de definir o conjunto de condições técnicas a respeitar no fornecimento e montagem dos equipamentos flutuantes, dos passadiços de acesso e dos sistemas de guiamento, ancoragem e complementares a aplicar nos espaços de amarração de embarcações em flutuação.

2. Pontões Flutuantes

2.1. O equipamento flutuante deverá apresentar elevada resistência à acção de vagas, correntes e marés, requerendo reduzida manutenção para o permitir. A estrutura de suporte deverá ser fabricada em perfis de aço estrutural, replicando a solução já existente, ou em solução equivalente com aprovação prévia por parte da fiscalização.

2.2. As dimensões em planta do tabuleiro dos passadiços e fingers deverão seguir o indicado nas peças desenhadas e na memória justificativa. A espessura das peças que formam tanto os tabuleiros ou decks como a estrutura que os suporta deve garantir a rigidez do piso, tornando-o pouco flexível. O limite máximo para a deflexão do tabuleiro quando submetido às acções de projecto deverá ser de 1% da sua largura. Deverá ficar garantido o escoamento total de águas para impedir a formação de poças na superfície do tabuleiro.

2.3. O material a utilizar na construção do tabuleiro poderá ser madeira, betão ou algum tipo de material compósito, sendo indispensável que a superfície seja facilmente lavável e rugosa para evitar escorregamentos. Os elementos de ligação das peças que constituem o tabuleiro à estrutura de suporte deverão ficar recolhidos em cavidades ou colocadas de forma a manter a superfície desimpedida de obstáculos. As peças de ligação deverão ser facilmente substituíveis em caso de deterioramento.

2.4. Os materiais que compõem o tabuleiro e as ligações deste à estrutura deverão ser protegidos ou tratados de forma a garantir resistência às diferentes agressões do meio em que se insere (ar, água salgada, luz solar, grandes amplitudes de variação da temperatura e do grau de humidade, etc.) e às condições de serviço (desgaste, derrames de águas e impedir a formação de poças).

2.5. Na escolha do sistema a aplicar deverão ser considerados apenas aqueles cujo campo de aplicação corresponda ao de equipamento flutuante a localizar num estuário de rio ou zona lagunar e que considere a zona de implantação como desabrigada e sujeita a ondulação gerada por ventos locais.

2.6. As dimensões e capacidade de carga exigidas para a generalidade dos pontões flutuantes são:

- Largura nominal Variável
- Comprimento nominal Variável
- Bordo livre (sem carga) 0,5 m
- Calado (sem carga) 0,4 m
- Sobrecargas mínimas/máxima 1,5/2,5 kN/m^2

Deverão adoptar-se adicionalmente os seguintes acabamentos e equipamentos:

- Convés de madeira exótica de alta densidade, anti-derrapante e imputrescível, suportado por uma estrutura metálica galvanizada;
- Tubagem para alimentação eléctrica dos focos de iluminação e do módulo de energia;
- Defensas em ambos os costados e cabeços de amarração do tipo cunhos, em alumínio vazado, colocados nos passadiços e fingers;
- 2 escadas metálicas tipo quebra costas galvanizadas a quente e pintadas;
- 1 sistema de sinalização autónomo;
- 1 módulo de energia;
- 2 bases para montagem de postes de iluminação/sinalização;
- 1 armário de emergência, com extintor, bóia de salvação e kit de socorros.

2.7. A estrutura metálica de suporte dos passadiços e fingers deverá ser constituída por perfis de duralumínio ou outra liga metálica adequada. As ligações entre os vários elementos que compõem a estrutura poderão ser asseguradas por cordões de soldadura ou utilizando parafusos e porcas. A protecção de todas as superfícies dos elementos estruturais e de ligação deverá ser realizada com materiais adequados à natureza e características dos elementos e às condições ambientais a que ficarão sujeitas.

2.8. No caso de se utilizarem elementos metálicos em aço macio, a sua protecção deverá ser garantida através de um esquema de pintura de alta durabilidade e resistência aos agentes marítimos.

3. Flutuadores

3.1. As dimensões dos flutuadores deverão ser suficientes para assegurar a flutuação adequada, tanto longitudinal como transversalmente, concretamente a nível das inclinações máximas e períodos de oscilação próprios dos passadiços e fingers para as cargas de dimensionamento.

3.2. As dimensões dos flutuadores e o processo de fixação destes à estrutura não deverão constituir de nenhuma forma um obstáculo à sua fácil remoção em caso de acidente ou envelhecimento. Será negada a utilização de elementos com dimensões ou peso que

ultrapassem as seguintes tolerâncias, a aplicar relativamente aos valores-padrão indicados pelo fabricante:

- Dimensões (em qualquer dimensão principal): ± 1,5cm;
- Peso: ± 5%.

3.3. Os flutuadores poderão ser fabricados em alumínio, betão, ferrocimento ou plástico, desde que a constituição e processo de fabrico destes garanta a sua flutuação em quaisquer circunstâncias, mesmo no caso de estes sofrerem danos parciais.

3.4. A superfície exterior dos flutuadores deverá ser lisa, isenta de buracos, bolhas, fissuras, amolgadelas, ondulações ou riscos profundos. Deverá ser resistente ao meio ambiente de inserção (acção de organismos vivos, água salgada, atmosfera ambiente, hidrocarbonetos e luz solar). Deverá apresentar cor uniforme em toda a sua extensão, a qual terá de ser aprovada previamente pela fiscalização.

3.5. A constituição e dimensões dos flutuadores deverão assegurar que estes resistem aos esforços mais desfavoráveis que actuam sobre estes durante a vida útil da estrutura a que estão ligados.

3.6. Os materiais usados na construção dos flutuadores deverão ser isentos de odor. Não deverão conter qualquer substância que afecte a qualidade do meio onde são colocados, devendo para o garantir ser quimicamente estáveis e não-absorventes.

3.7. As dimensões dos elementos que compõem quer as estruturas como as articulações e os órgãos de guiamento e ancoragem deverão ser apropriadas para resistirem aos esforços a que estarão sujeitas, sejam estes resultantes quer da acção das sobrecargas de serviço como da acção dos agentes naturais, devendo registar deflexões inferiores a 1/150 do comprimento da estrutura sob a influência destas acções.

4. Ancoragem e Guiamento

4.1. A ancoragem e guiamento de passadiços e fingers serão garantidos por estacas de guiamento verticais em aço que são encastradas no fundo rochoso. A variação da posição dos elementos flutuantes consoante a maré será assegurada por anéis providos de roletes que deslizam ao longo deste.

4.2. O formato das estacas será cilíndrico, em tubo de aço da classe S355GP, devendo apresentar as seguintes características dimensionais e de qualidade mínimas: 508 mm de diâmetro e 15,9 mm de espessura, extremos chanfrados, decapagem e pintura com resina epóxida capaz de conferir resistência a ataques químicos às estacas, sejam estes provenientes quer da acção da água do mar como de óleos e outros produtos nocivos.

4.3. As estacas de guiamento deverão suportar as acções incidentes sobre os equipamentos flutuantes, as quais são originadas pela acção do vento sobre as embarcações estacionadas e por eventuais vagas. Deverão ser apresentados cálculos de dimensionamento justificativos pelo fornecedor das estacas à fiscalização, os quais definem os diâmetros, espessuras de parede, materiais e qualidade para cada estaca fornecida.

4.4. O fornecimento das guias para as estacas deverá incluir a colocação de uma camada de plástico auto-lubrificante sobre a superfície da estaca ou sistema similar, capaz de reduzir o atrito vertical no ponto de contacto guia/estaca ao mínimo possível. Deverá ser fornecida adicionalmente um sistema de amortecimento de impacto aplicado em cada guia.

4.5. A superfície exposta das estacas terá de estar protegida para resistir à acção dos agentes naturais (ondas e correntes, ar e água salgada, luz solar, variações de temperatura e de humidade, etc.) e ao desgaste que os roletes geram.

4.6. O número e dimensões das estacas a fornecer será o indicado no mapa de quantidades e deverá ser adequado ao tipo da estrutura dos passadiços, bem como ao seu comprimento e às acções a que estes ficarão sujeitos.

4.7. Na hipótese de se utilizarem estacas de aço macio, o que terá de ser previamente aceite pela fiscalização consoante o caso, as superfícies deverão ser protegidas recorrendo ao esquema de pintura descrito em seguida ou a um esquema de qualidade e durabilidade equivalentes que seja aprovado previamente:

- Limpeza total (idem no interior) ao grau SA 2,5 da norma sueca SIS 05 5900;

- Acabamento constituído por três aplicações de uma camada epóxida de alcatrão de hulha, cuja espessura final seca será de 375 µm. Esta deverá ser aplicada à pistola e em três cores diferentes de forma a permitir a sua identificação. A confirmação das espessuras destas será executada recorrendo a um aparelho de precisão que o Adjudicatário deverá possuir na obra.

4.8. A instalação das estacas de guiamento dos pontões flutuantes deverá satisfazer as seguintes tolerâncias máximas:

- +/- 50 mm no posicionamento;
- 1/150 do comprimento na verticalidade.

4.9. O fornecimento da estaca será acompanhado por uma cabeça cónica em poliéster branco ("capacete") para proteger o topo livre da estaca. O fornecimento das guias deverá incluir escadas quebra-costas que lhes serão fixadas.

5. Pontes de Acesso

5.1. Dever-se-ão utilizar secções ocas estruturais em aço treliçadas na construção da estrutura das pontes de acesso em toda a sua extensão. Os painéis verticais destes constituirão as guardas laterais da ponte.

5.2. As pontes de acesso deverão ser capazes de suportar uma sobrecarga mínima de 2,5 kN/m^2, considerando as cláusulas expressas no RSAEEP e no Eurocode 3 e os estados-limite últimos de resistência e deformação adequados. A largura de cada ponte será de 1,5 m, enquanto os comprimentos deverão seguir o indicado no projecto.

5.3. O aço a utilizar na estrutura das pontes de acesso deverá ter qualidade equivalente ou superior a S355J2H, de acordo com a norma EN10210, sob a forma de perfis tubulares ligados por soldadura, com guardas laterais em toda a sua extensão.

5.4. O aço deverá ser protegido com o seguinte acabamento anti-corrosão, executado pela ordem definida, ou protecção equivalente aprovada pela fiscalização:

- Decapagem ao grau SA 2,5 e metalização por projecção de zinco a quente com espessura mínima 80 μm;
- 1 camada de 30 μm de primário fosfato de zinco epóxido;
- 1 camada de 50 μm de acabamento poliuretano branco;
- Primário de epoxi e acabamento acrílico de cor branca

5.5. O convés das pontes de acesso, em conformidade com o dos passadiços, será em madeira exótica de alta densidade e imputrescível, sendo reforçado por ripas anti-derrapantes.

5.6. A concordância entre as extremidades das pontes com os maciços e os cais flutuantes será assegurada de forma suave através do fornecimento e colocação de pestanas metálicas, a qual deslizará sobre uma chapa de aço inox do tipo AISI 304.

5.7. O fornecimento da ponte será acompanhado pelo dos acessórios de movimentação desta, concretamente o de uma charneira ou pivot uniaxial para a ligação ao maciço em terra e roletes de nylon para a base na plataforma flutuante.

6. Controlo de Acessos

6.1. O acesso às instalações flutuantes, derivado da condição de espaço público da marina, não poderá ser restringido apenas aos utilizadores das instalações. Tal justifica que se continue a não instalar qualquer sistema de controlo, conforme ocorre no conjunto de pontões pré-existentes.

7. Serviços

7.1. Deverão ser assegurados a bordo das estruturas flutuantes de acostamento os seguintes serviços, cuja instalação se inicia a partir do topo das pontes de acesso e serão colocados em armários fixos nos passadiços de tal forma que sirvam dois postos de amarração:

- Electricidade (em baixa tensão);
- Água;
- Emergência (equipamento para prevenção de incêndios e afogamentos).

7.2. Deverão ser utilizados equipamentos que estejam incluídos no conjunto das seguintes unidades:

■ Módulos multi-usos

O abastecimento de água potável e electricidade a todos os postos de acostagem será realizado por via de módulos multi-usos, o qual será partilhado com o posto de acostagem a si anexo. Exige-se que os módulos sejam certificados na base da normalização apropriada e que estejam fixados aos passadiços.

A sua configuração deverá respeitar o apropriado às classes das embarcações que vão ocupar os lugares a servir pelo módulo em questão, de acordo com o definido no Quadro abaixo:

Módulo	Classe	Tomadas	Torneiras	Descrição
Tipo I (2x16+1T)	I e II	2 x 16A/220V	1	2 tomadas /1 torneira
Tipo II (4x16+1T)	III e IV	4x 16A/220V	2	3 tomadas / 2 torneiras
Tipo III (2x32+2T)	V e VI	2 x 32A/220V	2	2 tomadas / 2 torneiras
Tipo IV(1x63-3f+2T)	VII	1 x 63A/380V	2	1 tomada / 2 torneiras

Cada unidade terá de estar equipada com:

- 1, 2 ou 4 saídas monofásicas no caso de módulo tipo II ou III;
- 1 saída trifásica de 63A no caso de módulo tipo IV;
- 1 tomada para TV por cabo no caso de módulos tipo III e IV;
- Torneiras de $^1/_2$ polegada, com a respectiva mangueira;
- Iluminação ambiente controlada por célula fotoeléctrica;
- Protecção contra sobrecargas por disjuntor e um interruptor diferencial;
- Coluna base em aço galvanizado de 500 mm (tipo I) ou 700mm (tipo II, III e IV) de altura;
- Tampas de protecção em material anti-corrosivo, de cor opcional;
- Instruções em português, fornecidas em lugar facilmente visível.

■ Unidades de iluminação

Todos os postos serão equipados com tomadas monofásicas instaladas nos armários referidos. A estrutura deverá ser reforçada, sendo-lhe conferido tratamento anti-corrosivo adequado. Os armários disporão de iluminação. Os postes de iluminação serão em estrutura de aço tubular F360 ou equivalente, completamente equipados com luminárias, incluindo bases e fixações respectivas.

■ Unidades de água potável

As condutas da rede de água potável que servem os postos de amarração deverão ser ligadas à rede geral do complexo. Cada armário disporá de 2 torneiras, sendo estas adequadas às características e dimensões das embarcações a que se destinam. Os materiais a empregar nas condutas, acessórios, tipos de torneiras e elementos de fixação deverão ser adequados às condições ambientais e de serviço em que ficarão inseridos.

■ Unidade de sinalização

Sistema padronizado de sinalização autónoma, incluindo acumulador e conjunto fotovoltaico.

■ Dispositivos de emergência

Junto das entradas das rampas que dão acesso aos pontões flutuantes deverão ser instalados extintores móveis de espumífero (AFFF), com 50 litros de capacidade, equipados com garrafa exterior de N2 de 1,3 litros de capacidade à pressão de 50 bar, munidos de mangueiras de 5m de comprimento e pistola difusora, montados sobre chassis, do tipo TG50F, da marca Gloria ou equivalente, com certificação CE de conformidade com a norma DIN EN3.

Por sua vez, os passadiços serão equipados com extintores de 9kg de pó químico seco, os quais serão instalados em armários junto às estacas de guiamento dos fingers e ancoragem dos passadiços. Estes armários serão de fácil acesso e em material adequado ao meio ambiente em que ficarão inseridos. Junto a cada armário será instalada 1 bóia de salvação, com respectiva retenida de nylon de 30m, uma escada quebra-costas, com 1,35m de altura e em material anticorrosivo, e um kit de primeiros socorros.

8. Projecto

8.1. O projecto de instalação dos equipamentos flutuantes deverá ser fornecido pelo Adjudicatário à Fiscalização, antes do início da montagem de qualquer elemento, num prazo máximo de 30 (trinta) dias. Este terá de conter, no mínimo, os seguintes elementos:

- Memória Descritiva e Justificativa detalhadas;

- Peças desenhadas a escalas convenientes ao entendimento e definição da geometria dos elementos, instalações e redes constituintes dos passadiços;
- Descrição detalhada de todos os materiais e equipamentos a empregar. Estes devem indicar qual a marca e proveniência deste, a descrição do tipo de acabamentos que terá e tratamento das superfícies, tratamentos anticorrosivos, normas e especificações de referência e todos os outros elementos necessários à completa identificação dos elementos constituintes e que estejam em completo acordo com o especificado neste Caderno de Encargos e na proposta apresentada a concurso.

9. Critérios de Medição

9.1. As unidades de medição do fornecimento e/ou montagem dos vários elementos e equipamentos atrás descritos, em conformidade com o apresentados nos mapas de quantidades, serão as seguintes:

- passadiços - em metros (m) instalados e aprovados;
- fingers - em unidades (un) instaladas e aprovadas;
- estacas - em unidades (un) instaladas e aprovadas;
- rampas - em unidades (un) instaladas e aprovadas;
- redes técnicas e acessórias - em metros (m) de passadiço, instaladas, ensaiadas e aprovadas.

9.2. As quantidades serão as medidas nos desenhos do projecto e indicadas no mapa de quantidades a ele anexo.

9.3. Os preços unitários, correspondentes às unidades de medição, resultam da soma de todos os encargos com fornecimento, transporte, montagem, afinações, acabamentos, ensaios, acessórios e materiais necessários ao total funcionamento do elemento, conforme especificado nesta cláusula técnica e/ou nas especificações próprias do fabricante dos equipamentos, mesmo no caso de não ser referido.

III – Mantos de Enrocamento

1. Objectivo

1.1 Este capítulo tem o propósito de definir as condições técnicas que regem a escolha dos materiais a utilizar nos mantos de enrocamento, assim como a sua colocação, que irão compor o quebra-mar interior e as retenções marginais.

2. Características dos Materiais

2.1. O enrocamento selecionado para a construção das estruturas deverá apresentar as seguintes características:

- Ser são, compacto, não frágil e isento de substâncias estranhas. Deverá ter alta resistência à acção do meio de inserção, concretamente aos agentes atmosféricos e ao ataque químico pela água do mar, devendo ser praticamente inalterável aos efeitos gerados por alternância de situações de emersão e de imersão;
- Não poderá apresentar fissuras ou superfícies de fractura, bem como quaisquer imperfeições que a Fiscalização considere que torne a peça inadequada para utilização;
- O peso específico da pedra escolhida não poderá ser inferior a 26 kN/m^3, encontrando-se esta saturada e com superfície seca quando testada. A verificação deste parâm deverá seguir o que é recomendado na norma ASTM C 127 "Tests for Specific Gravity and Absortion of Fine Aggregates";
- O índice de absorção não deverá ser superior em peso a 4%, o que será determinado de acordo com o recomendado na norma ASTM C 127;
- A abrasão máxima não deverá ser superior a 30%, a ser determinada de acordo com o indicado norma ASTM C 535 "Test for Abrasion of Large Size Aggregate by Use of the Los Angeles Machine";
- A tensão de rotura da pedra por compressão simples normal ao leito do estrato rochoso não deverá ser inferior a 140MPa.

2.2. Os elementos que constituem os prismas de enrocamento deverão apresentar arestas vivas e forma prismática e não achatada. Adicionalmente, a dimensão maior principal da pedra poderá ser no máximo ser 2,5 vezes maior do que a menor dimensão desta.

2.3. Os mantos de enrocamento serão compostos por pedras com peso suficiente para se incluir no intervalo indicado nos desenhos do Projecto. Do conjunto total de pedras empregues, 75% destas deverão apresentar peso superior à média aritmética do intervalo de pesos indicado.

2.4. Na escolha do enrocamento de todo o tamanho (TOT) para as componentes das estruturas em que a sua utilização está prevista no Projecto, estipulam-se as seguintes percentagens, em peso, para os elementos das várias dimensões que o irão compor:

- Elementos com peso inferior a 10N deverão representar uma percentagem máxima de 1% do total;
- Elementos com peso superior a 10 kN deverão representar uma percentagem máxima de 5% do total;

2.5. A escolha da origem da pedra será da competência do Empreiteiro. A pedreira de origem terá de ser aprovada pela Fiscalização. O Empreiteiro permanecerá sempre responsável pelo fornecimento de pedra que satisfaça os requisitos da presente especificação e as quantidades requeridas para a obra.

2.6. Os resultados dos ensaios comprovativos das características das pedras referidas em 2.1 deverão ser apresentados à Fiscalização aquando do pedido de aprovação da pedreira de origem. A Fiscalização poderá ordenar a repetição dos ensaios sempre que tenha razões para suspeitar que nalguma frente de exploração da pedreira alguma das características da rocha piorou em relação às das amostras anteriormente ensaiadas.

2.7 Os materiais que não cumprirem as exigências mínimas, referida ao longo deste ponto, deverão ser rejeitados pela Fiscalização e, consequentemente, removidos do local da obra e substituídos de maneira satisfatória pelo Empreiteiro e à sua conta.

3. Execução dos trabalhos

3.1. Trabalhos preparatórios e prescrições gerais

3.1.1. Precedendo o início dos trabalhos, o Empreiteiro deverá submeter à aprovação da Fiscalização uma proposta pormenorizada do método de construção e dos equipamentos e pessoal que irá utilizar. Deverá entregar adicionalmente o programa de trabalhos com a indicação do faseamento e sequência das operações, que deverão estar em concordância com as exigências expressas neste documento e com as da Fiscalização.

3.1.2. O Empreiteiro deverá proceder, de acordo as cláusulas que regem os trabalhos preparatórios e complementares, à execução do levantamento topo-hidrográfico inicial.

3.1.3. A colocação dos enrocamentos em obra deverá respeitar os perfis definidos nos desenhos do Projecto:

- Os taludes e níveis para a colocação de enrocamentos indicados nos desenhos deverão ser interpretados como superfícies irregulares, segundo as quais o material será colocado obedecendo às tolerâncias fixadas. Qualquer material colocado pelo

Empreiteiro para além dessas tolerâncias poderá ter de ser removido, caso viole algum critério da Fiscalização.

- Se o enrocamento colocado for coberto por ou se misture com outros materiais, cuja presença não esteja prevista no decurso da construção das diferentes estruturas, o Empreiteiro será obrigado a remover esses materiais antes de recomeçar o trabalho. Esta remoção será da competência do Empreiteiro, assim como os custos que acarreta. Os taludes acabados deverão estar isentos de protuberâncias ou reentrâncias, espectando-se que apresentem uma aparência uniforme.

3.1.4. Deverá proceder-se à colocação de cérceas em número suficiente ao longo do talude, cuja distribuição de ser aprovada pela Fiscalização. Estas servirão como guias visuais auxiliares à execução dos trabalhos, devendo permitir simultaneamente verificar se os trabalhos estão a decorrer de acordo com o estipulado pelos desenhos do Projecto.

3.1.5. A colocação dos enrocamentos deverá ser efectuada de baixo para cima e de forma a permitir que os maciços, quer estejam emersos ou submersos, resultem o mais estáveis, compactos e homogéneos possível através da conveniente distribuição das pedras de diferentes dimensões. A fim de ser obter a maior compacidade possível com o material aprovado, dever-se-á agrupar as pedras em estaleiro em lotes com as proporções mais convenientes antes de ser colocadas nas estruturas.

3.1.6 Todas as operações de descarga ou colocação de enrocamento serão obrigatoriamente acompanhadas em presença física pela Fiscalização. Em caso de transgressão, sem prejuízo de eventual multa a aplicar, esta poderá impor a remoção total ou parcial dos materiais colocados, sendo todos os custos financeiros da operação da responsabilidade do Empreiteiro.

3.2. Construção do núcleo

3.2.1. O material constituinte do núcleo será depositado no local de implantação por lançamento ou amontoamento, devendo reproduzir os perfis indicados nos desenhos de Projecto.

3.2.2. Na camada exterior do núcleo serão utilizadas as pedras com os maiores tamanhos dentro dos limites admitidos.

3.2.3. Estando definida nos desenhos a execução do núcleo segundo o ângulo de talude de repouso dos materiais, estipula-se que a espessura da primeira camada de revestimento do núcleo poderá ser maior na sua parte inferior, de modo a que o seu limite exterior corresponda ao indicado nas peças desenhadas, não sendo este volume adicional de enrocamento classificado contabilizado nas medições, que continuarão a reportar-se aos desenhos de Projecto.

3.2.4. O Empreiteiro efectuará o controlo do assentamento do núcleo ao longo do tempo e até se observar estabilização, com leituras dos perfis distanciadas de 15m.

3.3. Construção dos mantos de revestimento ou protecção e bermas

3.3.1. As pedras dos mantos de revestimento ou protecção, bem como das bermas, não deverão ser lançadas ou descarregadas dos veículos ou batelões. Deverão ser colocadas individualmente e com o cuidado necessário para assegurar o seu convenientemente travamento e uma boa compacidade da camada, devendo a sua dimensão principal ficar o mais perpendicular possível ao plano do talude.

3.3.2. Em qualquer secção, estes mantos deverão ser construídos na sua espessura completa, a partir do fundo para o coroamento.

3.3.3. A frente construtiva deverá desenvolver-se sempre de maneira a que o núcleo, ou qualquer outra sub-camada de revestimento que esteja no limite exterior da obra, nunca fique demasiado exposto à acção directa da agitação marítima. Para tal, enquanto se estiver a proceder à colocação de uma determinada camada, a camada que se lhe segue já deverá estar concluída em todas as secções que precedem a zona da frente construtiva.

3.4. Regularização superficial

3.4.1. As plataformas de enrocamento destinadas à fundação de maciços ou elementos de betão deverão ser convenientemente regularizadas, às cotas indicadas nos desenhos do Projecto. Deverão ser utilizadas pedras de menores dimensões, capazes de formar superfícies praticamente planas e compatíveis com as tolerâncias admitidas.

3.4.2. A colocação dos maciços de betão só será realizada após a colocação dos blocos de protecção à fundação, bem como depois da estabilização dos assentamentos desta ser atestada pela Fiscalização.

3.5. Acesso temporário sobre as estruturas

3.5.1. Não se deverá colocar nenhum tipo de material fino em qualquer perfil das estruturas, com o propósito de criar uma superfície transitável para construção ou qualquer outra finalidade, sem que exista autorização prévia para tal da Fiscalização.

3.5.2. No caso da colocação desse material fino ser aprovada pela Fiscalização em qualquer perfil em que esteja definido que será colocada outra camada sobre o perfil para completar o trabalho, essa camada terá de ser obrigatoriamente retirada numa fase anterior à colocação da camada adicional. A remoção deverá ser realizada por meios mecânicos ou por lavagem, conforme for aprovado pela Fiscalização.

3.6. Conservação

3.6.1. O Empreiteiro será responsável por manter à sua custa os perfis do Projecto nas várias fases de construção, enquanto as protecções definitivas das estruturas não estiverem

finalizadas. Este trabalho incluirá necessariamente a retirada de material removido por desgaste, erosão, agitação marítima ou qualquer outra causa e a sua reposição com material adicional adequado.

3.6.2. O Empreiteiro será inteiramente responsável pela protecção temporária dos taludes ou banquetas até à conclusão do trabalho, incluindo a execução de "cabeças de inverno" quando necessário. O custeamento destas protecções será da responsabilidade do empreiteiro, pelo que não serão consideradas para efeitos de medições e pagamentos.

3.6.3. Os estragos verificados nas obras antes destas estarem completadas, devido a desgaste, erosão, agitação marítima, assentamentos irregulares ou qualquer outra causa, deverão ser reparados à custa do Empreiteiro.

4. Tolerância

4.1. Admitem-se as seguintes tolerâncias relativamente às cotas e aos perfis definidos nos desenhos do Projecto:

- Plataformas horizontais: ± 0,15m;
- Taludes: ± 0,5m, medido normalmente à linha de talude.

4.2 A permanência dos volumes de enrocamento colocados que excedem o limite superior das tolerâncias poderá ser permitida se da sua presença não resultar prejuízo. Caso contrário, a Fiscalização poderá ordenar a sua retirada sem que tal acresça custos adicionais para o Dono da Obra.

5. Critérios de medição e de pagamento

5.1. A unidade de medição das diferentes classes de enrocamento é o m cúbico (m^3).

5.2. As quantidades são as correspondentes aos volumes teóricos medidos a partir dos desenhos do Projecto, que deverão ser estimados a partir dos níveis dos fundos verificados no levantamento final aprovado pela Fiscalização.

5.3. Os preços unitários correspondentes às unidades de medição englobam todos os encargos com materiais, equipamentos e mão-de-obra necessários à completa execução dos trabalhos, tal como especificados.

5.4. Não será feita nenhuma compensação para material adicional para corrigir assentamentos ou arrastamento de materiais provocados pela acção das ondas ou por outras causas.

IV – Dragagens

1. Objectivo

1.1. Este capítulo tem a função de definir as condições técnicas que irão reger a condução dos trabalhos de dragagem, abrangendo tanto os trabalhos associados à construção das obras como os de estabelecimento das profundidades iniciais requeridas para o funcionamento da marina.

2. Características dos materiais a dragar

2.1. O Empreiteiro será responsável pelo estabelecimento de uma estimativa própria quanto às características dos materiais a dragar, com base na análise dos dados relativos a reconhecimentos geológicos e geotécnicos existentes, bem como na informação complementar que o Empreiteiro entenda dever obter por conta própria. Tal inviabiliza a aceitação de reclamações sobre eventuais dificuldades que possam surgir na execução dos trabalhos derivadas de alegado desconhecimento e/ou deficiências de informação.

2.2. A prospecção local que o Empreiteiro decida empreender, para efeitos da caracterização dos materiais a dragar e da determinação do melhor local para depósito posterior e cuidados a ter para o efeito, deverá decorrer segundo as normas previamente preconizadas para os trabalhos preliminares e complementares.

3. Propriedade dos produtos dragados e seu destino

3.1. O depósito dos produtos dragados, a ocorrer numa fase posterior aos trabalhos realizado, deverá ser realizado em acordo com o imposto pelo Despacho Conjunto do Ministério do Ambiente e Recursos Naturais e do Ministério do Mar referente à dragagem e imersão de materiais dragados (Diário da República, II Série - N.° 98, de 27-04-1995).

4. Plano de Trabalhos

4.1. Deverá ser submetido à aprovação da Fiscalização um plano de execução dos trabalhos pela parte do Empreiteiro, o que terá de ocorrer numa fase anterior ao início dos trabalhos. Este deverá indicar a totalidade de equipamentos e métodos de execução que se pretende utilizar em cada secção da obra, assim como os destinos a dar aos materiais aí dragados consoante a classificação destes e as disposições do projecto.

4.2. O plano de trabalhos aprovado deverá seguir os procedimentos preconizados para a minimização dos impactes que estes tenham no meio ambiente.

5. Método de execução dos trabalhos

5.1. Levantamento topo-hidrográfico inicial

Precedendo o início dos trabalhos de dragagem, o Empreiteiro procederá à realização de um levantamento topo-hidrográfico inicial, o qual deverá estar de acordo com o especificado no documento que irá reger o conjunto de trabalhos preparatórios ou complementares.

5.2. Execução das dragagens

5.2.1. A escolha da draga a utilizar deverá incidir sobre aquela que mais se adequar ao tipo de material a dragar e às condições de transporte e deposição. A operação de dragagem deverá ser conduzida de forma cuidada, devendo ser minimizada a ressuspensão de sedimentos.

5.2.2. A execução das dragagens deverá obedecer aos seguintes condicionamentos:

- O faseamento das dragagens de construção deverá ser conjugado com a execução das obras a que digam respeito, especificamente em relação ao molhe interior e às retenções marginais dos terraplenos, devendo a construção destas iniciar-se imediatamente a seguir às dragagens, de modo a evitar quanto possível o reassoreamento das áreas dragadas;
- As dragagens deverão ser realizadas durante o dia, uma vez que se trata de zona habitada, onde haverá que evitar quanto possível a poluição sonora.

5.3. Remoção de obstáculos e objectos e redragagens

5.3.1. Encontra-se incluído no trabalho normal de dragagem não apenas o conjunto de operações necessárias à dragagem dos solos estipulados no projecto e respectivo transporte para os locais de depósito, mas ainda todas as operações necessárias à remoção de quaisquer obstáculos e objectos eventualmente existentes na área de dragagem, como destroços de pequenas embarcações, restos de construções, sucata ou apetrechos marítimos.

5.3.2. Quando a eliminação de tais obstáculos e objectos não puder ser realizada no processo normal do equipamento afecto às dragagens, deverão ser utilizados os processos habituais (lingagem por mergulhador, uso de "grabs" apropriados ou de explosivos). No caso de ser proposto outro método para a realização desta tarefa pelo Empreiteiro, este terá de ser aprovado previamente pela Fiscalização.

5.3.3. Na abertura de valas para fundações das obras, os trabalhos deverão incluir as redragagens que a Fiscalização entender necessárias para evitar a interposição de sedimentos finos em quantidades capaz de constituir um factor de instabilidade para as obras a construir.

5.4. Limites da dragagem

Os níveis e os perfis finais das superfícies após as dragagens deverão ficar nas cotas e superfícies fixadas pelo projecto e verificadas pela Fiscalização a título permanente, devendo

qualquer diferença registada encontrar-se nos intervalos de tolerância fixadas no ponto 6 desta parte do presente documento.

5.5. Controlo da posição do trem de dragagem

5.5.1. O Empreiteiro deverá submeter um método de localização do trem de dragagem à apreciação da Fiscalização que permita:

- a realização do trabalho dentro dos limites fixados pelas tolerâncias admitidas;
- a localização do trem de dragagem a qualquer momento no decorrer da operação.

5.5.2. O Empreiteiro deverá definir de forma precisa o conjunto de áreas a serem dragadas, o que implica a instalação e manutenção da parte deste de um conjunto de bóias de sinalização em número adequado para assinalar os limites à superfície. As boias deverão ser luminosas para permitirem a determinação visual do posicionamento do equipamento de dragagem em qualquer instante que tal seja necessário.

5.5.3. O Empreiteiro deverá respeitar todas as normas de operação e segurança e todas as orientações com origem na autoridade portuária, marítima ou outra que tutele ou que seja responsável pela área de realização dos trabalhos.

5.6. Levantamento topo-hidrográfico final

O Empreiteiro deverá efectuar um levantamento topo-hidrográfico final das áreas dragadas no âmbito do Contrato, seguindo o que se encontre especificado nas normas que regulem os trabalhos preparatórios e complementares.

5.7. Uso de explosivos

5.7.1. No caso de se ter de recorrer ao uso de explosivos para o desmonte dos materiais, o Empreiteiro estará obrigado a apresentar à Fiscalização o plano de operações e o horário dos trabalhos. Este plano deverá ser aprovado previamente pelas autoridades competentes para o efeito.

5.7.2. O Empreiteiro deverá cumprir estritamente todas as leis, regulamentos ou quaisquer outras directrizes indicativas relativamente a operações de transporte, armazenagem e uso de explosivos que lhe sejam apontadas pela Fiscalização. O Empreiteiro será inteiramente responsável pelo cuidado, controle, contabilização e uso correcto destes.

6. Tolerâncias

6.1. As tolerâncias admitidas para as cotas e alinhamentos fixados nos desenhos do projecto, ou os que vierem a ser aprovados pela Fiscalização, para a aprovação das dragagens executadas, avaliadas em termos qualitativos e independentemente do tipo de draga utilizado, são as seguintes:

- vertical: +0,30m em relação às cotas definidas no projecto, sendo o sinal + correspondente ao aumento da profundidade.
- horizontal: ±1,00m para cada lado das arestas inferiores do rasto das valas.
- taludes: ±1,00m medido verticalmente em relação ao talude médio do terreno efectivamente obtido, o qual poderá diferir para mais ou para menos do talude definido no projecto.

7. Critérios de medição e de pagamento

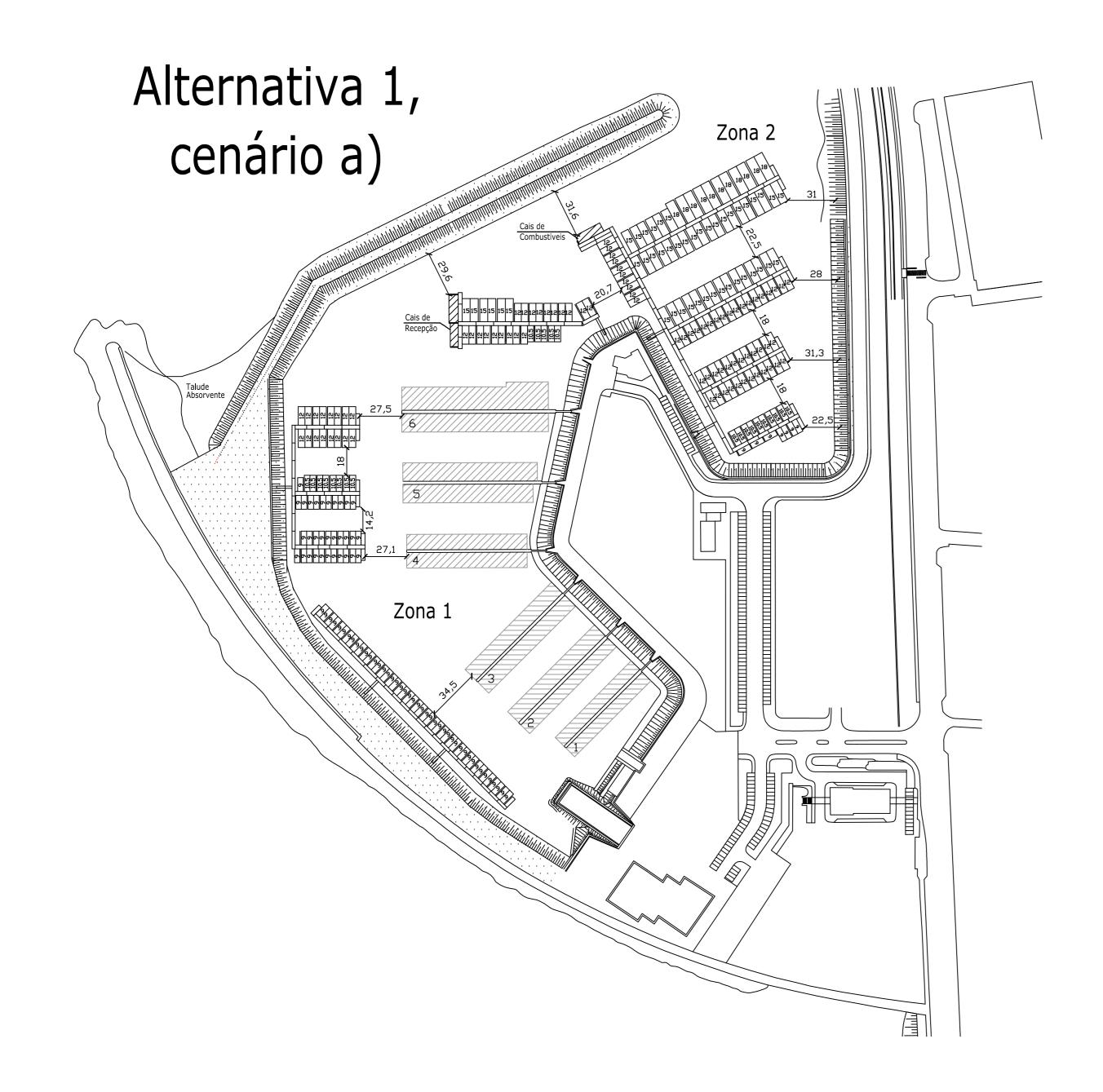
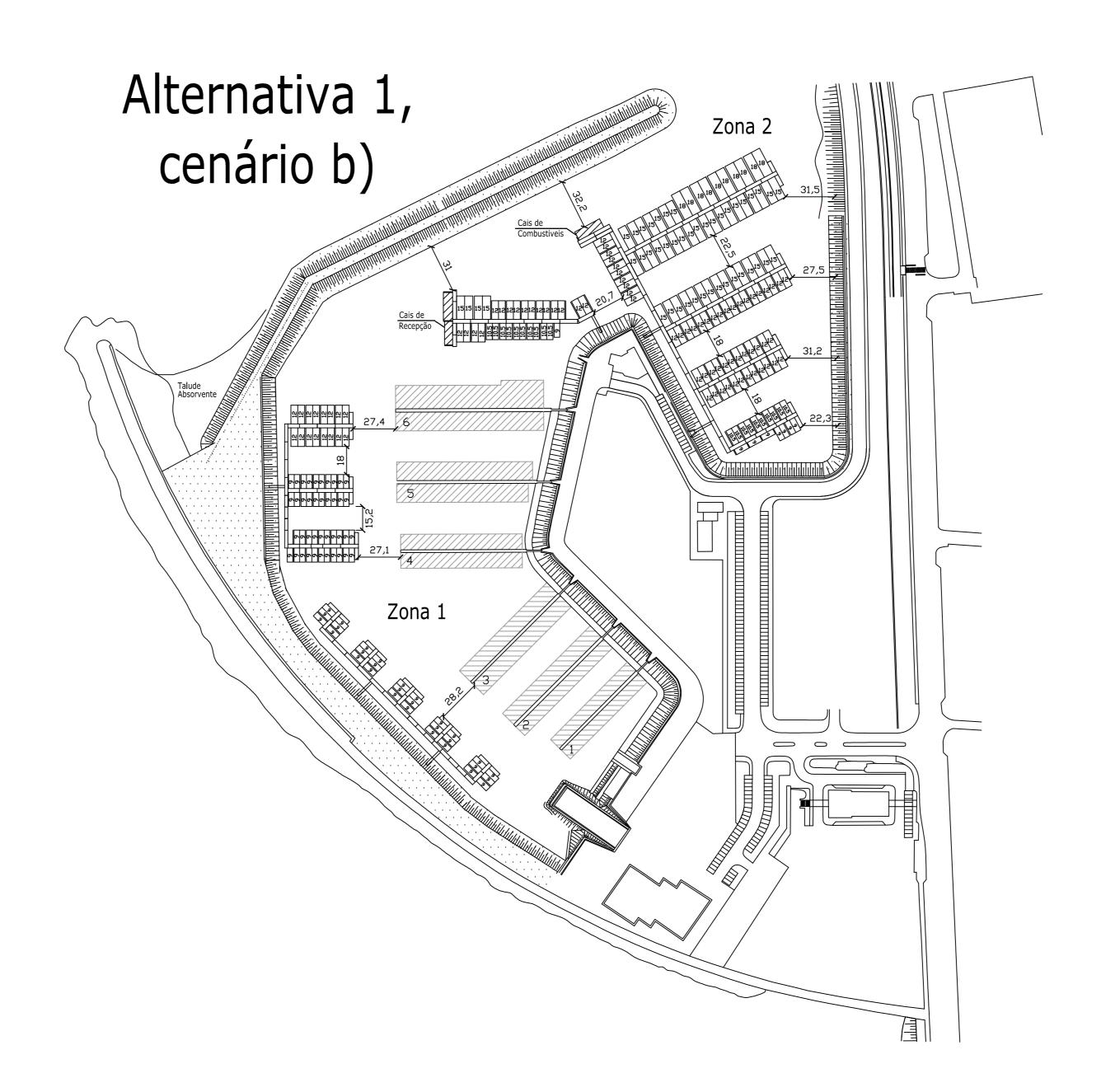
7.1. A unidade de medição dos volumes da dragagem é o m cúbico (m^3), o qual será medido em perfil.

7.2. Após a execução dos trabalhos de dragagem, o Empreiteiro procederá ao levantamento hidrográfico final, conforme referido no ponto 5.6, para avaliação da qualidade dos trabalhos executados e das quantidades de trabalho.

7.3. Para efeitos dos pagamentos, os valores a pagar corresponderão aos volumes que se verifique terem sido removidos entre o que existia na altura do levantamento inicial, referido no ponto 5.1, e o levantamento realizado após a conclusão dos trabalhos. Os volumes correspondentes às bandas de tolerância definidas no ponto 6.1, para efeitos da medição final, poderão originar uma variação máxima de 5% dos volumes que se prevê que venham a ser removidos se a execução dos trabalhos corresponder exactamente às cotas, alinhamentos e perfis definidos nos desenhos do projecto, ou aprovados pela Fiscalização.

7.4. O preço unitário correspondente à unidade de medição deverá incluir todos os encargos com materiais, equipamentos e mão-de-obra necessários para a completa execução dos trabalhos, sendo estes realizados conforme o especificado no projecto.

7.5. Serão da responsabilidade do Empreiteiro quaisquer despesas decorrentes da fiscalização e acompanhamento dos trabalhos por parte da Capitania, nomeadamente:

- o acompanhamento de dragados ao local de depósito;
- o acompanhamento e fiscalização do quebramento de rocha, se tal trabalho se verificar necessário.

Classe	L_{ff} (m)	Nº Postos Amarração (Total)			
		Alt. 1 a)	Alt. 1 b)	Alt. 2 a)	Alt. 2 b)
I, II	≤ 9,00	147	143	149	145
III	9,01 a 10,50	123	120	125	121
IV	10,51 a 12,00	147	144	149	145
V	12,01 a 15,00	59	58	59	58
VI	15,01 a 18,00	15	14	15	15
	Total	491	479	497	484

Projecto das obras de melhoria das condições de abrigo e expansão da marina da Povoa do Varzim

Desenho 1

Alternativas 1 e 2 para o layout de expansão da marina da Povoa do Varzim

Nº 54912 João Barros

Data 07/12

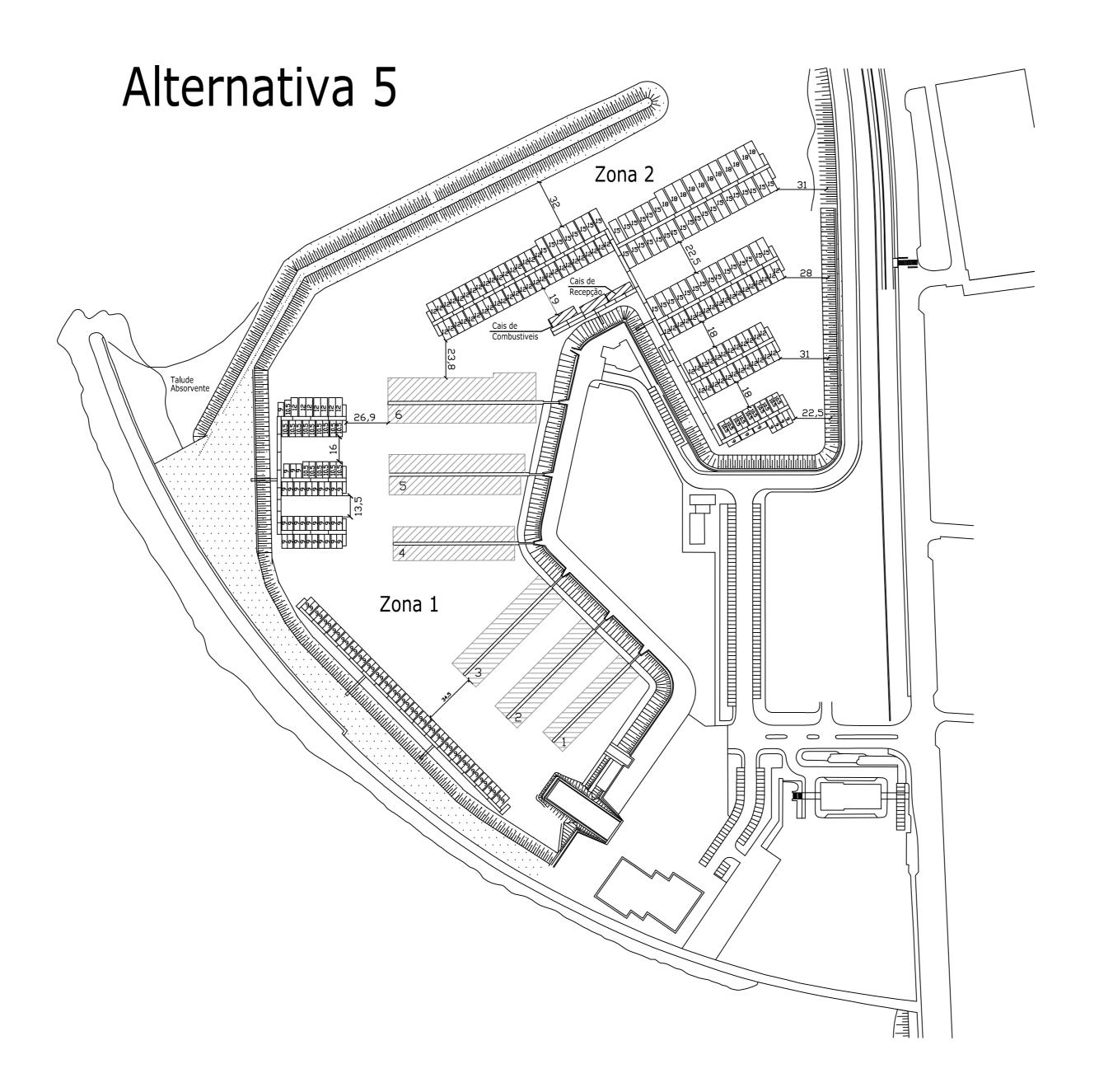
Legenda:

- 9 — Posto de amarração de embarações com L_{ff} até 9,0 m, ocupando uma área de 9,0 x 3,6 m
- 10,5 — Posto de amarração de embarações com L_{ff} até 10,5 m, ocupando uma área de 10,5 x 4,0 m
- 12 — Posto de amarração de embarações com L_{ff} até 12,0 m, ocupando uma área de 12,0 x 4,4 m
- 15 — Posto de amarração de embarações com L_{ff} até 15,0 m, ocupando uma área de 15,0 x 5,2 m
- 18 — Posto de amarração de embarações com L_{ff} até 18,0 m, ocupando uma área de 18,0 x 6,0 m

Escala

Planta - 1:2000

0 50.0 100.0 200 m

Classe	L_{ff} (m)	Nº Postos Amarração (Total)		
		Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5
I, II	≤ 9,00	143	146	151
III	9,01 a 10,50	120	121	126
IV	10,51 a 12,00	143	146	152
V	12,01 a 15,00	57	58	61
VI	15,01 a 18,00	14	15	15
	Total	477	486	505

Projecto das obras de melhoria das condições de abrigo e expansão da marina da Povoa do Varzim

Desenho 2

Alternativas 3, 4 e 5 para o layout de expansão da marina da Povoa do Varzim

Nº 54912 João Barros

Data 07/12

Legenda:

- 9 — Posto de amarração de embarações com L_{ff} até 9,0 m, ocupando uma área de 9,0 x 3,6 m
- 10,5 — Posto de amarração de embarações com L_{ff} até 10,5 m, ocupando uma área de 10,5 x 4,0 m
- 12 — Posto de amarração de embarações com L_{ff} até 12,0 m, ocupando uma área de 12,0 x 4,4 m
- 15 — Posto de amarração de embarações com L_{ff} até 15,0 m, ocupando uma área de 15,0 x 5,2 m
- 18 — Posto de amarração de embarações com L_{ff} até 18,0 m, ocupando uma área de 18,0 x 6,0 m

Escala

Planta - 1:2000

0 50.0 100.0 200 m

Zona 2
Zona 1
Cais de Recepção
Cais de Combustiveis
Perfil A
Perfil B
Perfil C
Perfil D
Perfil E
Perfil F (I)
Perfil F (II)
Poste Sinalização, ⌀0,3 m, // 20 m
Bloco Betao Simples, 1x1x0,4 m
Enrocamento, 11-16 kN (1,1-1,6 ton)
Enrocamento, 1,1-1,6kN (110-160 kG)
T.O.T >10 N (1kG)
Granito
+3.95 (MPMAV)
+0.10 (MBMAV)
ZH
Regularização Superf. com Britas
A-AË
B-BË
C-CË
Planta
Projecto das obras de melhoria das condições de abrigo e expansão da marina da Povoa do Varzim
Desenho 4
Planta e Secções Transversais da Obra de Abrigo Interior
Nº 54912
João Barros
Data
07/12
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Legenda:
9 Posto de amarração de embarações com Lff até 9,0 m, ocupando uma área de 9,0 x 3,6 m
10,5 Posto de amarração de embarações com Lff até 10,5 m, ocupando uma área de 10,5 x 4,0 m
12 Posto de amarração de embarações com Lff até 12,0 m, ocupando uma área de 12,0 x 4,4 m
15 Posto de amarração de embarações com Lff até 15,0 m, ocupando uma área de 15,0 x 5,2 m
18 Posto de amarração de embarações com Lff até 18,0 m, ocupando uma área de 18,0 x 6,0 m
Escala
Planta - 1:1000
Perfis Transversais - 1:100
0
50.0
100.0
200 m

Alternativa 1
Lancil Betao Simples, Secçao 0,7 x 0,5 m
+5.00
+4.70
+3.95 (MPMAV)
+3.50
Regularização Superf. com Britas
Enrocamento, 0,50-1,50 kN (50-150 kG)
Aterro de Solo Incoerente (2ª fase)
Aterro de Solo Incoerente (1ª fase)
+0.10 (MBMAV)
ZH
T.O.T >10 N (1kG)
Filtro Geotextil
Granito
Alternativa 2
5,6
Lancil Betao Simples, Secçao 0,7 x 0,5 m
+5.00 ZH
+4.30 ZH
+3.95 (MPMAV)
Aterro de Solo Incoerente
Enrocamento, 6,5-10,0 kN (0,65-1,00 ton)
+1.00 ZH
+0.10 (MBMAV)
ZH
Filtro Geotextil
Enrocamento, 0,65-1,00 kN (65-100 kG)
-1.45 ZH
T.O.T >10 N (1kG)
Granito
Alternativa 3
Lancil Betao Simples, Secçao 0,7 x 0,5 m
+5.00
+4.70
+3.95 (MPMAV)
+2.90
Regularização Superf. com Britas
Aterro de Solo Incoerente (2ª fase)
Aterro de Solo Incoerente (1ª fase)
Enrocamento, 6,5-10,0 kN (0,65-1,00 ton)
Enrocamento, 0,65-1,00 kN (65-100 kG)
+0.10 (MBMAV)
ZH
Filtro Geotextil
Granito
Alternativa 4
Lancil Betao Simples, Secçao 0,7 x 0,5 m
+5.00
+4.70
+3.95 (MPMAV)
+2.90
Regularização Superf. com Britas
Enrocamento, 6,00-9,00 kN (600-900 kG)
Aterro de Solo Incoerente (2ª fase)
Aterro de Solo Incoerente (1ª fase)
Enrocamento, 0,60-0,90 kN (60-90 kG)
+0.10 (MBMAV)
ZH
Filtro Geotextil
Granito
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Projecto das obras de melhoria das condições de abrigo e expansão da Marina da Povoa do Varzim
Desenho 5
- Alternativas para o perfil tranversal tipo das retenções marginais
Nº 54912
Nome: João Barros
Data: 07/2012
Escala: 1/100

Zona 2
Zona 1
Cais de Recepção
Cais de Combustiveis
Perfil F
Perfil G
Perfil H
Perfil I
Pavimento Flexivel
Regularização Superf. com Britas
Lancil Betao Simples, Secçao 0,7 x 0,5 m
Aterro de Solo Incoerente (2ª fase)
Aterro de Solo Incoerente (1ª fase)
Enrocamento, 6,5-10,0 kN (0,65-1,00 ton)
Enrocamento, 0,65-1,00 kN (65-100kG)
Filtro Geotextil
Granito
Superficie irregular
Areias de granulometria variada
+3.95 (MPMAV)
+0.10 (MBMAV)
ZH
Projecto das obras de melhoria das condições de abrigo e expansão da marina da Povoa do Varzim
Desenho 7
Planta e Secções Transversais das Retenções Marginais - II
Nº 54912
João Barros
Data
07/12
Legenda:
Posto de amarração de embarações com Lff até 9,0 m, ocupando uma área de 9,0 x 3,6 m
Posto de amarração de embarações com Lff até 10,5 m, ocupando uma área de 10,5 x 4,0 m
Posto de amarração de embarações com Lff até 12,0 m, ocupando uma área de 12,0 x 4,4 m
Posto de amarração de embarações com Lff até 15,0 m, ocupando uma área de 15,0 x 5,2 m
Posto de amarração de embarações com Lff até 18,0 m, ocupando uma área de 18,0 x 6,0 m
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Escala
Planta - 1:1000
Perfis Transversais - 1:100
0
50.0
100.0
200 m

Zona 2
Zona 1
Cais de Recepção
Cais de Combustíveis
Perfil J (I)
Pavimento Flexível
Regularização Superf. com Britas
Lancil Betão Simples, Secção 0,7 x 0,5 m
Aterro de Solo Incoerente (2ª fase)
Aterro de Solo Incoerente (1ª fase)
Blocos Pré-Fabricados ou Betonados "in Situ"
Filtro Geotextil
Granito
Rochão
Enrocamento, 6,5-10,0 kN (0,65-1,00 ton)
+3.95 (MPMAV)
+0.10 (MBMAV)
ZH
Perfil M (I)
Perfil L (I)
Perfil J (II)
Perfil L (II)
Topo
A-A´
B-B´
C-C´
D-D´
E-E´
Projecto das obras de melhoria das condições de abrigo e expansão da marina da Povoa do Varzim
Desenho 8
Planta e Secções Transversais das Retenções Marginais - III
Nº 54912
João Barros
Data
07/12
Legenda:
Posto de amarração de embarcações com L= até 9,0 m, ocupando uma área de 9,0 x 3,6 m
Posto de amarração de embarcações com L= até 10,5 m, ocupando uma área de 10,5 x 4,0 m
Posto de amarração de embarcações com L= até 12,0 m, ocupando uma área de 12,0 x 4,4 m
Posto de amarração de embarcações com L= até 15,0 m, ocupando uma área de 15,0 x 5,2 m
Posto de amarração de embarcações com L= até 18,0 m, ocupando uma área de 18,0 x 6,0 m
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Escala
Planta - 1:1000
Perfis Transversais - 1:100
0
50.0
100.0
200 m

Projecto das obras de melhoria das condições de abrigo e expansão da Marina da Povoa do Varzim

Desenho 11

Secções Transversais do Plano de Dragagens (III)

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

(Areia)	Material a extrair do tipo Areia
(Rocha)	Material a extrair do tipo Rocha Granitica
(Desconhecida)	Material a extrair de natureza desconhecida
—	Limite de Dragagem

Nº 54912 Nome: João Barros

Data: 07/2012 Escala: Secções Transversais - 1:200

40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
Projecto das obras de melhoria das condições de abrigo
e expansão da Marina da Povoa do Varzim
Desenho 12
Secções Transversais do Plano de Dragagens (IV)
Material a extrair do tipo Areia
Material a extrair do tipo Rocha Granitica
Material a extrair de natureza desconhecida
Limite de Dragagem
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Nº 54912
Nome: João Barros
Data: 07/2012
Escala: Secções Transversais - 1:200